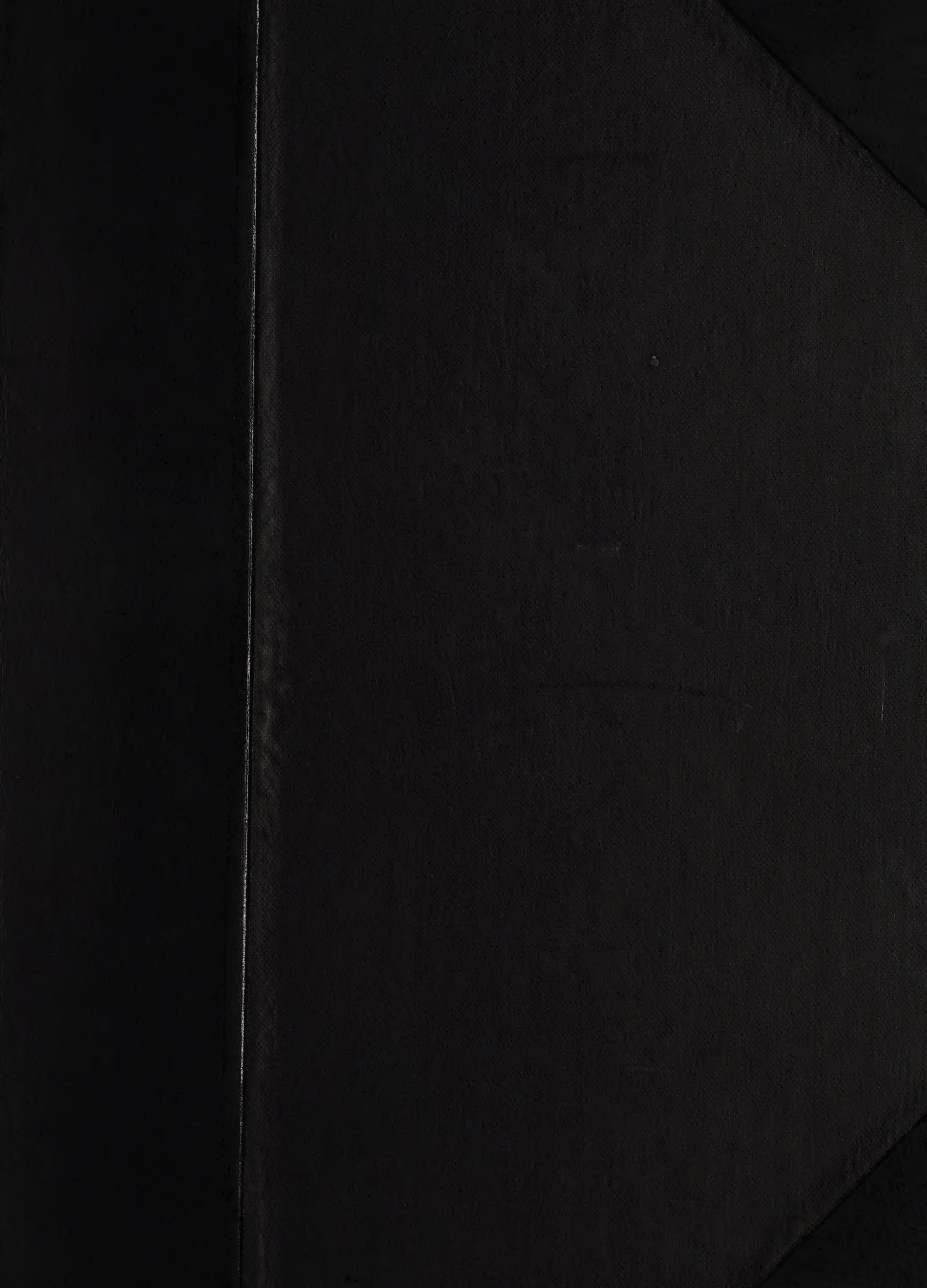
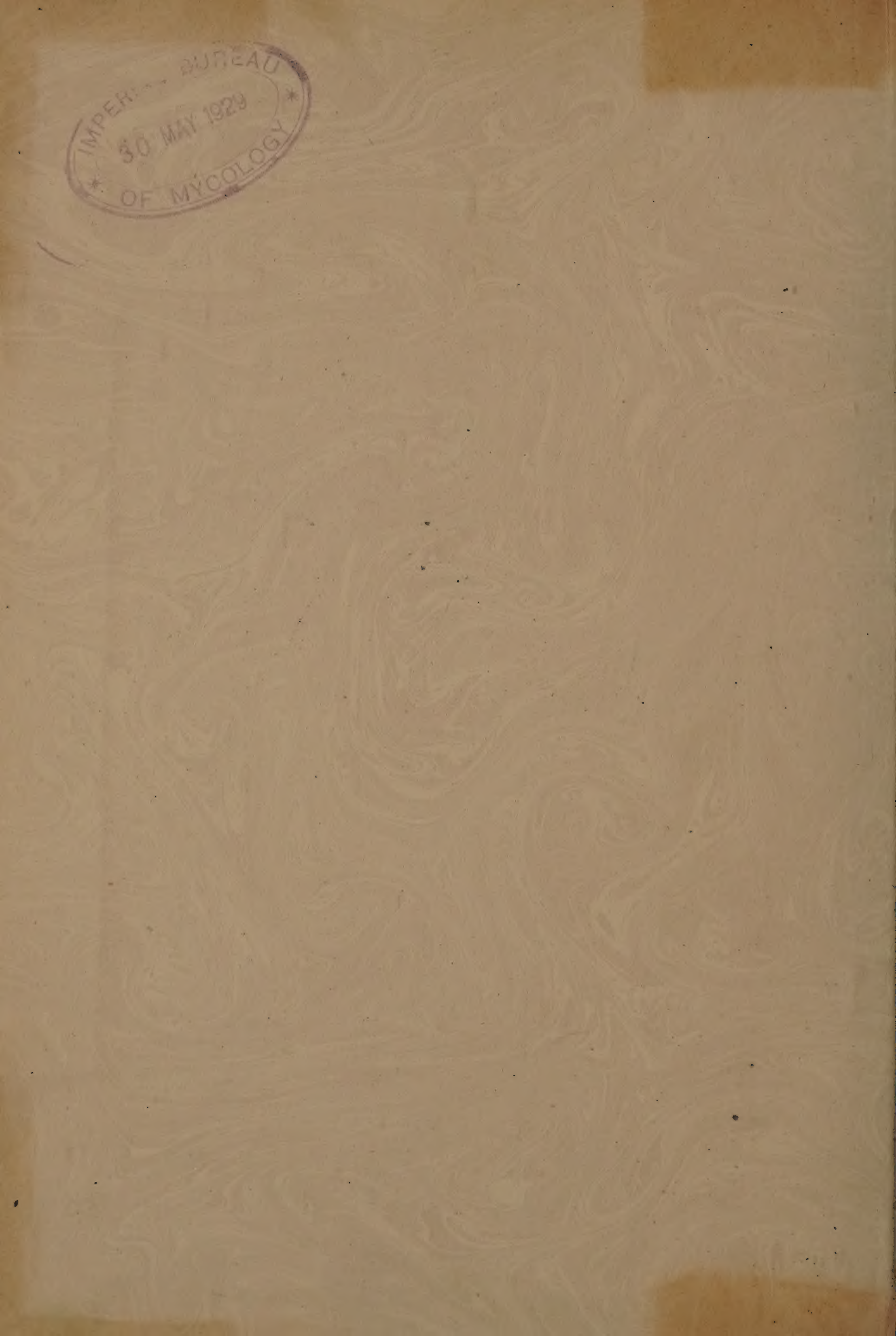
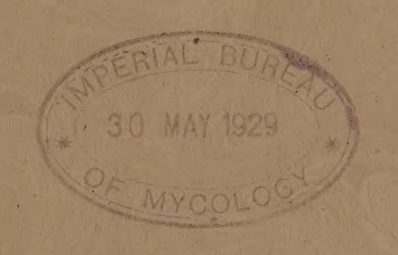



IMPER
BUREAU
30 MAY 1929
OF MYCOLOGY


IMPERIAL BUREAU
30 MAY 1929
OF MYCOLOGY

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PUBLIÉES PAR

L'INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES

COMITÉ DE RÉDACTION :

MM.

BOUVIER, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

BRUNO, Ingénieur agronome, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

CAPUS, Député de la Gironde, ancien Ministre de l'Agriculture.

FOEX, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale de Paris.

MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum National d'Histoire naturelle.

MARCHAL, Membre de l'Institut, Directeur de la Station Centrale entomologique de Paris.

MM.

MONICAULT (de), Ingénieur agronome, Député de l'Ain.

REY, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

RICARD, Ingénieur agronome, ancien Ministre de l'Agriculture.

ROUX (Eug.), Docteur ès Sciences, Conseiller d'Etat, Directeur de l'Institut des Recherches agronomiques.

SCHRIBAUX, Ingénieur agronome, Directeur de la Station d'Essais de Semences.

VIALA, Membre de l'Institut, Professeur à l'Institut National Agronomique. Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

RÉDACTEUR EN CHEF : M. le Professeur P. MARCHAL, Membre de l'Institut, Directeur de la Station Centrale entomologique de Paris.

RÉDACTEUR PRINCIPAL : M. E. FOEX, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale de Paris.

SECRÉTAIRES DE LA RÉDACTION : MM. H. LATIÈRE et P. VAYSSIÈRE, Ingénieurs agronomes. Directeurs de Station des Épiphyties.

ADMINISTRATION ET RÉDACTION

INSTITUT des RECHERCHES AGRONOMIQUES
42 *bis*, rue de Bourgogne
PARIS (VIIe)

ABONNEMENTS

LIBRAIRIE SPÉCIALE AGRICOLE
(Librairie de l'Institut National Agronomique)
58, rue Claude-Bernard
PARIS (Ve)

ABONNEMENTS........................ France 45 francs. — Etranger 52 francs.

PRIX DE CE NUMÉRO : France 8 francs. — Etranger 10 francs.

L'ANTHONOME DU POMMIER

(*ANTHONOMUS POMORUM* L.)

Par Robert Regnier

Directeur de la Station entomologique de Rouen (Région Nord-Oues)
et du Muséum d'histoire naturelle de Rouen.

Sommaire

INTRODUCTION

La question de l'Anthonome du Pommier.

Quelques questions d'Entomologie agricole ont fait couler des flots d'encre, certaines par l'étendue des ravages causés, c'est le cas du Phylloxéra, du Hanneton, des Criquets, du Doryphora de la Pomme de terre, d'autres surtout par la publicité que leur ont donnée les auteurs. La question de l'Anthonome du Pommier est de ce nombre et dans l'étude détaillée que nous en avons faite, il nous est apparu que la portée qu'on lui avait donnée tenait un peu à la première raison, et beaucoup à la seconde. Il n'est pas un traité d'Entomologie agricole depuis celui de Goureau, jusqu'aux plus récents ouvrages, qui ne consacre une ou plusieurs pages à l'*Anthonomus pomorum*, la chose n'est donc pas nouvelle, et depuis longtemps on s'est inquiété des dégâts que pouvait causer ce Charançon sur les fleurs des Pommiers.

L'Anthonome (fig. 1) pond dans la fleur, la larve au cours de son développement en ronge successivement tous les organes internes, la fleur se dessèche et tombe : tel est le fait aujourd'hui nettement établi, et qui peut faire considérer à juste titre cet insecte comme redoutable dans les vergers, lorsqu'il y apparaît, en abondance. Reste à savoir comment exactement il se développe, ce qu'il devient dans la nature quand nous cessons de le voir sur nos Pommiers, quelle est la portée réelle de ses ravages, ce que valent les traitements préconisés et ceux qu'il faut conseiller. Tels sont les points que nous nous sommes efforcés de mettre en lumière au cours des recherches qui nous ont été confiées ces dernières années par le Ministère de l'Agriculture.

Caractères génériques des *Anthonomus*.

Les Anthonomes sont des Coléoptères Curculionides, de la tribu des *Tychiini*, présentant les caractères suivants : corps subovalaire, convexe, pubescent, abdomen à cinq segments, le premier plus long, le dernier variable suivant le sexe ; antennes coudées, ténues, à funicule à sept articles, les deux premiers allongés, les autres plus courts, lenticulaires, le septième en forme de massue allongée ; le rostre long, filiforme, arqué, les yeux ronds, plus ou moins saillants ; le prothorax ponctué, subconique, dilaté sur les côtés, rétréci en avant, arrondi en arrière ; l'écusson petit, légèrement allongé ; les élytres ovales, oblongues, plus ou moins convexes, plus larges aux épaules qui sont généralement saillantes, striés, ponctués ; les pattes assez longues, plus ou moins grêles, les hanches antérieures rapprochées, les cuisses antérieures renflées chez les deux sexes, dentées, les tibias antérieurs arqués et dilatés.

I. — Caractères distinctifs de l'Anthonomus pomorum.

Insecte parfait. — L'*Anthonomus pomorum* L. (= *Curculio pomorum* L. et *Rhynchaenus pomorum* Fab) a 5 à 6 millimètres de long et 2 à $2^{mm},5$ de large. Le corps est brun noirâtre et couvert d'une pubescence grise plus ou moins foncée, l'écusson blanc, les élytres striés et ponctués avec quelques taches blanches aux épaules et une bande claire transversale et oblique, bordée de deux lignes foncées dans la partie postérieure ; le rostre est un peu arqué, long et grêle ($1^{mm},5$ à $1^{mm},7$). Les autres caractères : antennes coudées, pattes dentées, cuisses de la première paire renflées avec les tibias arqués, ne sont pas spéciaux à l'Anthonome du Pommier comme nous venons de le voir.

Il est assez difficile de séparer, il faut une très grande habitude pour les discerner. Le mâle est légèrement plus petit que la femelle, 5 millimètres au lieu de 6 millimètres, moins large d'un demi-millimètre ; son rostre est plus court de 2/10 de millimètre, sa coloration généralement plus foncée

avec la bande postérieure des élytres moins nette, le corps plus allongé. Chez la femelle le corps paraît plus bombé, les élytres plus larges, surtout aux épaules, les yeux un peu plus écartés. L'armature génitale est le plus souvent indistincte.

Variétés. — Dans son étude très documentée sur les *Anthonomidae*, DESBROCHERS DES LOGES distingue deux variétés d'*A. pomorum* assez caractérisées : *Var. B.* Bande des élytres moins bien limitée ; pubescence plus abondante et plus uniformément répandue, entremêlée de mouchetures blanchâtres plus nombreuses.

Var. C. Forme plus étroite plus allongée ; taille plus faible ; bandes des élytres un peu plus étroite (*pyri* KOLLAR) (1).

Nous avons rencontré ces deux variétés en Normandie ; la variété C est généralement plus foncée que le type.

Anatomie. — Si l'on dissèque un Anthonome quelque temps après son éclosion, en juin par exemple, on constate que les organes sont noyés dans une masse graisseuse jaune pâle très abondante. Cette masse de tissu formé de grandes cellules est le corps adipeux qui enveloppe presque complètement le tube digestif. Ainsi que l'a constaté HENNEGUY, à l'automne ce corps adipeux s'est légèrement résorbé pour des raisons que nous croyons pouvoir exposer plus loin en étudiant la biologie de l'insecte, et prend une teinte jaune franc qui s'accentue à l'hivernage.

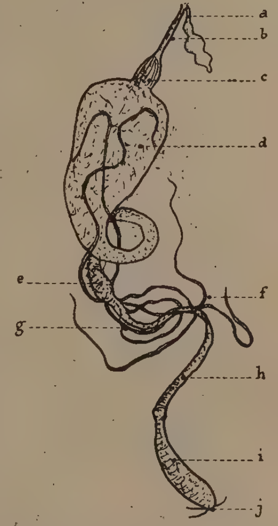


Fig. 1. — Tube digestif (d'après H.-W. Miles). *a.* Glande salivaire ; *b.* œsophage ; *c.* proventricule ; *d.* ventricule ; *e.* glandes cæcales ; *f.* tubes de Malpighi ; *g.* intestin ; *h.* côlon ; *i.* rectum ; *j.* anus.

Le tube digestif (fig. 1) est formé de la bouche, du pharynx, dans lequel vient aboutir la glande salivaire de l'œsophage et du proventricule dont la structure chitineuse sert, d'après MILES, principalement quand l'Anthonome se nourrit du parenchyme des feuilles. Le mésenteron est constitué par une grande poche ou ventricule garni de cellules épithéliales, qui va en se rétrécissant, décrit une anse et se termine par une partie contractée parsemée de glandes cæcales qu'il est assez difficile de mettre en évidence. Au niveau de l'étranglement formé par la jonction du mésenteron avec l'intestin arrivent les tubes de Malpighi qui sont longs et minces et noyés dans les corps adipeux. L'intestin est court, avec une partie descen-

(1) L'*A. pyri* Boh. (*A. cinctus* Redt) est une espèce toute différente dont la larve vit dans les bourgeons de Poirier (ver d'hiver).

dante ou côlon, auquel fait suite le rectum caractérisé par tout un système de muscles circulaires et longitudinaux bien développés. Enfin l'anus, qui vient s'ouvrir à l'extrémité de l'abdomen.

L'appareil reproducteur n'est bien développé chez les mâles qu'à l'époque

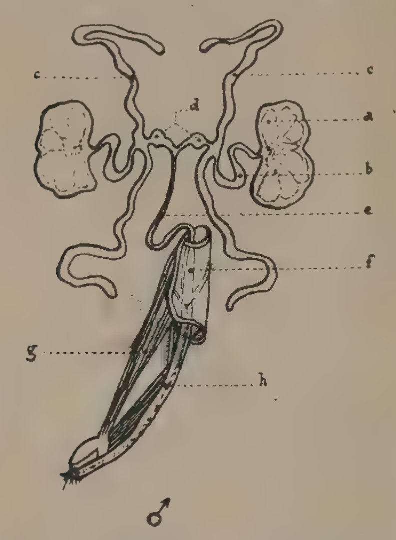


Fig. 2. — Appareil génital mâle (d'après H.-W. Miles). *a.* testicule; *b.* canal déférent; *c.* glande séminale; *e.* canal éjaculateur; *f.* ampoule éjaculatrice; *g.* muscles; *h.* pénis.

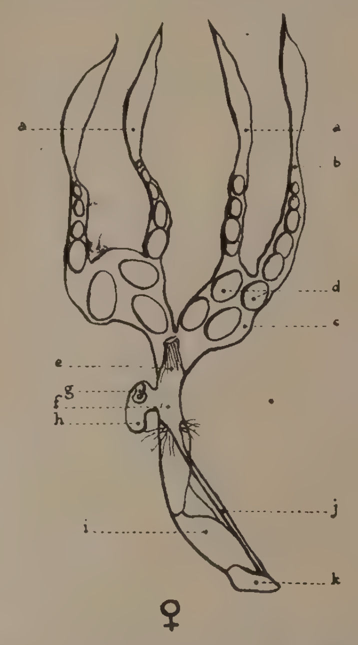


Fig. 3. — Appareil génital femelle (d'après H.-W. Miles). *a.* ovaires ; *b.* tubes ovariens; *c.* oviducte; *d.* œufs; *e.* utérus ; *f.* poche copulatrice; *g.* réceptacle séminal; *h.* glande annexe; *i.* vagin; *j.* tige chitineuse; *k.* plaque chitineuses.

où ils quittent leurs quartiers d'hiver (1) et chez les femelles au moment de la ponte.

L'appareil reproducteur mâle (fig. 2) se compose de deux testicules bilobés, de deux canaux déférents dans lesquels s'ouvrent deux paires de glandes séminales et qui après s'être renflés pour former les vésicules séminales se réunissent en un canal déférent impair ou canal éjaculateur, lequel aboutit dans un sac interne ou ampoule éjaculatoire logée dans l'armature musculaire et chitineuse du pénis. Le pénis est normalement complètement rétracté et n'est visible extérieurement qu'au moment de l'accouplement.

L'appareil reproducteur femelle (fig. 3) est formé de deux ovaires composés chacun de deux tubes ovariens, qui se réunissent en un oviducte commun qui débouche dans l'utérus. Si l'on dissèque une femelle au début d'avril, on trouve toujours un certain nombre d'œufs bien formés dans les oviductes.

(1) Malgré tout chez un certain nombre d'individus, il est déjà nettement constitué quelques semaines après l'éclosion. Nous avons vu dans nos cages en juin, des mâles essayer de s'accoupler avec des femelles, sans résultat d'ailleurs. Dans nos notes, nous retrouvons même plusieurs tentatives d'accouplement le 28 mai 1920.

Dans l'utérus vient s'ouvrir la poche copulatrice en rapport intime avec le réceptacle séminal et la glande annexe ; juste au-dessous de la glande séminale MILES signale de petits tubes dont la fonction n'est pas définie, mais qu'il croit analogues à ceux que l'on trouve chez les *Scolytidae*. Sur le côté du vagin on voit en outre un long muscle enfermant une tige chitineuse élastique qui agit comme organe rétractile du vagin. Le vagin se termine par deux plaques chitineuses arrondies à l'extrémité qui servent à guider les œufs pendant la ponte, et transforment ainsi le vagin en une espèce de tarière au moment où celle-ci est effectuée.

L'œuf. — L'œuf de l'Anthonome du Pommier est long d'un demi-millimètre, de forme ellipsoïde, subarrondi aux extrémités et de couleur blanc sale. Dans les boutons floraux, où la femelle l'a déposé, il se confond avec les sacs polliniques, mais s'en distingue nettement, si on l'examine au binoculaire ou



Fig. 4 à 9. — L'embryon et la larve: 4. embryon dans l'œuf; 5. partie de l'appareil respiratoire ; 6. stigmate et appareil obturateur; 7. larve ; 8. tête de la larve ; 9. armature buccale de la larve.

même à la loupe par sa forme et sa teinte hyaline. Les œufs, sont pondus isolément et on n'en trouve généralement qu'un par fleur, plus rarement deux (Voir Pl. I, fig. 5 et 6).

La larve (fig. 7). — La larve est apode, blanche avec des taches jaunâtres et sur la tête deux taches brunes réunies en arrière, peu distinctes dans le jeune âge ; les mandibules sont tranchantes et écailleuses, le corps arqué, la

peau mince, laissant voir par transparence chez les jeunes larves l'intestin rougeâtre, les trachées et les stigmates.

L'appareil respiratoire (fig. 4, 5 et 6) est particulièrement net chez l'embryon bien développé : il se compose de neuf paires de stigmates formées d'un anneau chitineux rond très petit et de deux pièces internes en forme de haricot qui constituent vraisemblablement l'appareil obturateur du stigmate. De l'orifice stigmatique part un tronc trachéen qui après un court trajet aboutit dans le canal trachéen qui s'étend de l'extrémité céphalique jusqu'à l'extrémité abdominale et envoie des anastomoses profondes dans le corps de l'embryon.

Le corps de la larve porte çà et là des soies et des poils, il est formé de la tête caractérisée par la puissance de l'armature buccale (fig. 8 et 9), de trois anneaux thoraciques, présentant à la face inférieure trois paires de mamelons qui correspondent aux pattes de l'adulte, et de neuf anneaux abdominaux. Les antennes sont rudimentaires et les yeux absents. Arrivée au terme de son développement, la larve atteint 6 à 8 millimètres.

Nous n'insistons pas sur la constitution de l'appareil buccal de la larve et de l'insecte parfait dont on trouvera une bonne description dans le récent travail de HERBERT W. MILES (1923) auquel nous empruntons plusieurs figures.

La nymphe (fig. 10). — Longue de 5 à 6 millimètres, la nymphe est d'abord jaunâtre, renflée au milieu, arrondie du côté de la tête, pointue à l'extrémité de l'abdomen, dont le neuvième segment porte deux épines caudales ; la forme générale est arquée, les pattes, les élytres, les antennes et le rostre sont distincts et repliés sous le corps d'une façon caractéristique, le prothorax porte de nombreux tubercules coniques, les taches oculaires sont très nettes. Tous ces caractères s'accentuent vers la fin de la nymphose, les yeux deviennent brillants, les pattes, les élytres et le rostre se colorent en brun clair, tandis que le corps lui-même prend une teinte foncée. Aux excitations extérieures, la nymphe répond par des mouvements brusques de l'abdomen, qui fait preuve d'une grande motilité.

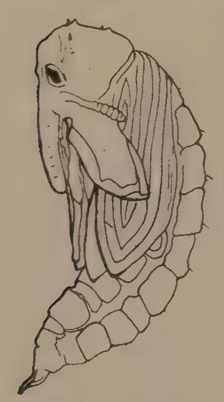


Fig. 10. — Nymphe (d'après H.-W. Miles).

Distribution de l'Anthonome du Pommier. — L'Anthonome est connu depuis fort longtemps; il y a cent ans on le considérait déjà comme un grand ravageur. Il est très commun en France, particulièrement en Normandie et en Bretagne, où la culture du Pommier est dominante. C'est en Basse-Normandie du reste qu'il s'est signalé surtout à l'attention des pomiculteurs. On le trouve également dans les Iles Britanniques, en Belgique,

en Hollande, en Allemagne, en Suède et Norvège, au Danemark, en Russie, en Autriche, en Bessarabie, en Transcaucasie, en Espagne, en Suisse et en Italie où il est fréquent sur le Poirier.

Cette espèce est, comme on le voit, fort répandue en Europe et a déjà fait l'objet de travaux et de publications importants et nombreux, notamment en France, en Allemagne, en Angleterre et en Russie (Voir la bibliographie).

Dans son rapport sur l'Anthonome, Henneguy (1891) cite comme années où cet insecte dut être très abondant en Normandie 1816, 1832, 1833 et 1838, dont la récolte en pommes fut nettement déficitaire. De 1885 à 1900, on compte également quelques années mauvaises, c'est d'ailleurs l'époque à laquelle la question de l'Anthonome fit grand bruit et eut son écho au Parlement français. Depuis 1900, on signale bien çà et là quelques plantations fortement touchées, mais les pullulations généralisées sont devenues rares. Nous verrons du reste au cours de cette étude la portée réelle des dégâts de l'Anthonome du Pommier.

II. — Matériel d'élevage.

Avant d'exposer le résultat de nos recherches sur la biologie de l'Anthonome, il n'est pas sans intérêt pour les travailleurs qui voudraient un jour reprendre la question et vérifier certains détails, de dire quelques mots des méthodes employées pour l'étude de cet insecte.

Nos premières recherches sur ce Charançon remontent au début de l'année 1920, époque à laquelle la Station entomologique de Rouen n'avait que quelques mois d'existence. Nous disposions alors d'un matériel rudimentaire, insuffisant pour mener à bien notre travail. Notre première année fut donc surtout consacrée à la documentation et à la recherche d'une technique d'élevage; elle fut d'ailleurs assez féconde en résultats, car elle nous permit de préciser quelques points intéressants, tels que l'hivernage, le développement de la larve et l'estivation de l'insecte parfait.

Comme champs d'expériences, nous nous sommes servis surtout de deux grands vergers des environs de Rouen, formés chacun de plusieurs clos plantés de Pommiers à cidre, en pleine force et ne comprenant pas moins, au total, de 2 000 pieds d'arbres de première, de deuxième et de troisième saison : le verger de la ferme de la Madeleine (terroir de Bihorel) et celui de l'établissement départemental de Mont Saint-Aignan. Dans ces deux importants vergers nous avons trouvé un matériel biologique abondant, grâce auquel nous avons pu multiplier les observations du début de 1920 à la fin de 1923.

Pour se procurer des Anthonomes en grande quantité, deux époques sont particulièrement favorables : fin mars, début d'avril en procédant par secouage des Pommiers qui commencent à débourrer, et la mi-mai en effectuant le ramassage des fleurs anthonomées. On pourra ainsi tout d'abord étudier aisément la ponte, puis se pourvoir en matériaux abondants pour le reste de l'année.

On récoltera également des adultes en écorçant les Pommiers (surtout les vieux) pendant l'hiver, mais cette opération est longue et pénible, et quand on le peut il est préférable de recourir aux autres chasses, qui sont généralement très fructueuses. L'écorçage n'en est pas moins nécessaire pour la vérification des observations de laboratoire.

La conservation des Anthonomes en captivité est un problème beaucoup plus complexe qu'il ne le semble apparemment : malgré la durée de la période d'engourdissement, il est en effet assez difficile de réaliser dans les cages d'élevage un milieu identique à celui dans lequel vit ordinairement l'Anthonome ; il est notamment des conditions d'humidité relatives qui sont d'une réalisation bien délicate. Le problème qui se pose ici n'est du reste pas propre à l'étude de l'Anthonome, il est le fait d'une quantité d'autres questions biologiques : nous avons encore fort à faire dans ce domaine pour arriver à une solution satisfaisante, surtout quand il s'agit d'insectes de petite taille, qui ne manquent pas de s'échapper par la moindre fissure.

Nous avons utilisé le matériel suivant : des cages vitrées d'un seul ou de deux côtés et munies de grandes fenêtres latérales destinées à assurer la circulation de l'air, des cages à aération faible, des cages à aération nulle et enfin des sacs de mousseline pour la réalisation expérimentale de la ponte sur des arbres d'expérience. Les premières cages dont on trouvera la description dans une étude antérieure (1), servent à la conservation des Anthonomes, à l'étude de l'estivation et de l'hivernage, les secondes à l'étude de l'accouplement et de la ponte, les troisièmes à l'éclosion des insectes et des parasites, les sacs de mousseline ou de tarlatane à l'étude du développement de la larve.

Pour conserver les Anthonomes, il est nécessaire aussitôt leur éclosion de mettre à leur disposition non seulement du feuillage de Pommier, dont ils sont très friands, mais aussi des écorces, des feuilles sèches roulées dans lesquelles ils ne manqueront pas de venir se réfugier, le fond de la cage doit être garni d'une couche de 7 à 8 centimètres de terre et d'un peu de mousse sèche, analogue à celle que l'on trouve sur les troncs de Pommier. Afin d'entretenir dans la cage une légère humidité on y pulvérise de temps en temps un peu d'eau. Ce modèle de cage bien aérée doit être placé autant que possible dehors sous un appenti, les autres, au contraire, pourront rester au laboratoire, où on aura avantage à les laisser pour effectuer régulièrement les observations. Le modèle de cage que nous avons décrit dans notre note de 1923 sous le nom de cages d'exposition est muni d'un couvercle vitré fermant hermétiquement et percé latéralement de petites ouvertures rondes qui laissent pénétrer l'air sans excès. Il y a avantage, à mon avis, pour certaines observations, à ne pas aérer trop largement les boîtes, non pas que l'air dérange les insectes, bien au contraire, mais parce qu'il fait dessécher les rameaux, les bourgeons et les

(1) R. Regnier. — Modèles nouveaux de boîtes d'élevage et d'exposition entomologique (*Rev. Hist. nat. Appl.*, 1re partie, vol. IV, n° 11, 1923, pages 336-344).

feuilles plus rapidement. En plaçant des rameaux dans des boîtes vitrées ne présentant que deux trous d'aération, nous avons pu les conserver verts pendant plus d'un mois, simplement dans de l'eau renouvelée tous les cinq jours, et bien entendu en adoptant un dispositif comme en utilisent toutes les Stations entomologiques, qui permettent de placer le récipient en dessous de la cage et en isolant le rameau avec de l'ouate, afin d'éviter dans la cage toute humidité, qui ne manquerait pas d'y provoquer des moisissures.

Comme boîte d'éclosion on a avantage à se servir d'une simple boîte assez profonde, munie d'une vitre supérieure pour observer ce qui s'y passe, et d'un couvercle déterminant l'obscurité dans la boîte. Sur un des côtés, on perce plusieurs trous auxquels on ajuste des tubes de verre dans lesquels iront se grouper les insectes attirés par la lumière. Il faut bien prendre garde de ne pas mettre une couche trop importante de fleurs anthonomées dans la cage et surtout d'y placer des fleurs fraîches ou mouillées par la pluie, car la moisissure ne manquerait pas de s'y mettre et ferait périr un grand nombre de nymphes. Il est toujours préférable, si l'on procède au ramassage des fleurs anthomomées de bonne heure (vers le 15 mai) de faire sécher les fleurs pendant quelques jours avant de les enfermer dans la boîte. Cette méthode nous a donné de très bons résultats, sans déterminer aucune mortalité.

L'emploi des sacs de mousseline ou de tarlatane (Pl. I, fig. 1) est une opération très simple et peu coûteuse. Il suffit de découper un carré de mousseline ou de tarlatane de 50 à 60 centimètres et d'en faire un manchon. L'expérience nous a montré qu'il était nécessaire de donner au sac une certaine rigidité, afin de protéger les boutons enfermés contre le frottement de la mousseline et empêcher les pluies et les bourrasques de provoquer son affaissement ou de le déchirer; pour cela, on introduit dans le manchon une armature métallique constituée par un fil de fer fort d'environ 1^{m},10 de longueur, que l'on tord aux extrémités de façon à former deux cercles d'une quinzaine de centimètres de diamètre, qui permettent de tendre le manchon et d'en faire une véritable cage, où les fleurs, les feuilles et les insectes se trouvent à leur aise (1). On choisit alors une branche de Pommier bien garnie de boutons ayant à peine commencé de débourrer, on enfile le manchon, on le tend bien et on ligature les deux bouts avec du raphia ou même avec de la ficelle en cherchant à mettre dans le sac le plus possible de boutons ; ensuite par une fente pratiquée à l'aide de ciseaux fins dans un des plis d'une extrémité, on introduit un ou plusieurs couples d'Anthonomes, qui ne manqueront pas de s'attaquer aux boutons et y déposeront leurs œufs. Il va sans dire qu'en modifiant les dimensions que nous avons données, on pourra par le même principe obtenir des sacs beaucoup plus grands et y enfermer toute une branche. De même l'armature métallique peut être remplacée par une carcasse en bois. Ainsi que le montre

(1) C'est du reste la technique que nous avons employée dans nos essais d'acclimatation de l'*Aphelinus mali.* (*Bull. Assoc. Franç. Pomol.*, Congrès de Lisieux, 1923, p. 122). Ces sacs ne reviennent pas à plus de cinquante centimes.

la photographie, ce dispositif n'empêche nullement la plante de se développer : par ce procédé on peut obtenir des fleurs anthonomées là où on le désire. Fin avril, le manchon pourra être enlevé, il suffira de protéger le rameau en expérience contre les oiseaux.

En 1920 et 1921, nous avons utilisé pour nos recherches de grandes cages (Pl. I, fig. 2), longues, vitrées d'un côté et garnies de toile métallique et qui nous permettaient d'enfermer un jeune Pommier en cordon. Ce dispositif nous a rendu quelques services pour l'étude de l'estivation, mais il est très difficile de rendre une cage de cette importance absolument étanche, beaucoup d'Anthonomes s'échappent, les autres sont difficiles à découvrir et les comptages très pénibles. En outre, la toile métallique agit d'une façon funeste sur la végétation de l'arbre, les feuilles jaunissent et le sujet devient languissant, aussi après plusieurs tentatives, nous avons dû revenir aux petites cages où le contrôle est beaucoup plus facile.

Nous n'entrerons pas davantage dans le détail de matériel que nous avons employé ; il fut en réalité dans nos tâtonnements beaucoup plus varié que nous ne l'indiquons ici.

III. — Étude de la biologie.

Contrairement à beaucoup de ravageurs, qui sont d'autant plus redoutables que leur période d'activité est la plus longue de leur vie, comme c'est le cas des Vers blancs, des Vers gris, des Larves « fils de fer », l'Anthonome du Pommier n'est vraiment très nuisible qu'au seul moment où sa larve ronge le cœur de la fleur, c'est-à-dire pendant un laps de temps dix à onze fois plus court que sa vie de Charançon et ceci tient à un fait très intéressant dans la biologie de cet Insecte, c'est que non seulement il s'engourdit pendant l'hiver comme tant d'autres Insectes, mais aussi parce que peu de temps après son éclosion en plein été il s'endort, à une époque où la végétation lui offre une pâture abondante. Cette disparition brusque dès le milieu de l'année a été, on peut le dire, la pierre d'achoppement de la plupart des recherches faites sur la biologie de l'Anthonome.

Ayant réussi dans nos boîtes d'élevage à boucler à peu près le cycle évolutif de cet insecte, depuis la fleur anthonomée jusqu'à la ponte de l'année suivante, nous considérons cet engourdissement prolongé, qui d'ailleurs n'est pas spécial à l'Anthonome, comme un fait bien établi. Nous y reviendrons du reste plus loin, en passant en revue les grandes étapes de la vie de l'Anthonome, ajoutant aux points déjà connus le résultat de nos recherches.

Hivernation de l'Anthonome. — L'Anthonome hiverne à l'état adulte. Il se cache généralement sous les écorces, dans les fentes des arbres (1), plus

(1) A notre avis, l'essence importe peu, du moment que le milieu est favorable. En réalité, les Anthonomes à l'époque de leur repos se dispersent beaucoup et vont surtout se cacher dans les écorces

rarement au pied des arbres dans la couche superficielle du sol : les tamisages de terre, que nous avons faits pour nous rendre compte s'il passait l'hiver enterré ne nous ont rien donné (1). Beaucoup d'auteurs prétendent qu'il recherche de préférence les mousses et les lichens, nous ne le croyons pas, car ils constituent souvent un milieu beaucoup trop humide, et nous avons remarqué que, dans bien des cas, il aimait mieux les endroits secs, les plus à l'abri de l'humidité, de la pluie et de la neige ; c'est ainsi qu'en Normandie, où dominent les vents d'Ouest très humides, les Anthonomes nous ont paru moins abondants de ce côté. Par contre, la position pendant l'hibernation est tout à fait indifférente, on le rencontre aussi bien la tête en bas que la tête en haut, dans le fond des fissures des écorces comme à l'envers des écorces, isolé ou en groupes de trois, ou quatre ou plus, mais rarement.

Pendant cette période l'Anthonome est sujet à une maladie qui en fait périr un grand nombre et devient susceptible, certaines années, d'enrayer considérablement le développement de l'insecte : aux environs mêmes de Rouen, en 1922, nous n'avons pas compté moins de 95 p. 100 d'Anthonomes tués par cette maladie sous les écorces. Cette forte mortalité est due à une moisissure bien connue, *Beauveria globulifera* (*Sporotrichum globuliferum*) Spegazzini employée en France notamment par PICARD pour lutter contre l'Altise de la Vigne et la Teigne de la Pomme de terre (2). Les conditions très diverses dans lesquelles nous avons trouvé des Anthonomes enrobés dans la moisissure, prouvent combien cette Muscardine doit être répandue dans la nature. D'ailleurs en dehors de l'Anthonome nous l'avons rencontrée sur des *Dromius* (Carabides), des *Baridius* (Curculionides) et des *Helops* (Tenebrionides) hivernant en forêt sous la mousse, au pied de Chênes. Les conditions de développement du *Beauveria* sont à notre avis indépendantes de la volonté de l'expérimentateur, l'humidité atmosphérique en étant le facteur important, aussi ne croyons-nous pas à l'efficacité de son utilisation dans la lutte contre l'Anthonome.

Réveil du sommeil hivernal. — La durée d'hibernation de l'Anthonome est en fonction de la température et de l'épuisement des réserves nutritives de l'Insecte, elle commence fin septembre ou au début d'octobre pour se terminer en mars. Il est une chose à remarquer, c'est que si l'ardeur des rayons solaires favorise la circulation de l'Anthonome, elle n'est pas le facteur essentiel du réveil. Au début son activité est très faible, limitée aux heures

des vieux arbres qui se trouvent dans les clos mêmes (Pommiers, Poiriers) ou leur voisinage immédiat. HERISSANT en a trouvé sous les écorces des Chênes.

(1) D'ailleurs les expériences que nous avons répétées au laboratoire semblent bien prouver que la terre constitue un milieu généralement trop humide pour l'Anthonome. C'est peut-être ce qui explique que dans nos recherches sur le terrain, nous n'en ayons jamais trouvé que dans la terre sèche au pied même des Pommiers et toujours contre le tronc.

(2) Nous devons à l'obligeance de M. ARNAUD, directeur adjoint de la Station de Pathologie végétale de Paris, la détermination de cette moisissure. On trouvera d'intéressants détails sur *Beauveria globulifera* dans le travail de F. PICARD sur la Teigne de la Pomme de terre (*Annales du Service des Epiphyties*, t. I, p. 158-165, Paris, 1913).

chaudes de la journée, puis elle devient de jour en jour plus grande au fur et à mesure que les bourgeons commencent à débourrer. Épuisé par plus de neuf mois de jeûne presque consécutifs, l'Anthonome a besoin de retrouver des forces pour s'accoupler, pondre, assurer la survivance de son espèce en un mot : bien que nous ayons vu des Anthonomes circuler dès les premiers jours de mars, ce n'est guère qu'après le 15 mars que commence véritablement la vie active de cet insecte. Aussi son premier soin aussitôt son réveil est-il de se mettre à la recherche de bourgeons en voie de débourrement, dès qu'il en a trouvé un à sa convenance, il y enfonce son rostre (1) et le larde à diverses reprises (Pl. I, fig. 3) : c'est ainsi que nous avons pu compter jusqu'à trente-six piqûres d'Anthonomes sur un bouton de six fleurs, et cela au 1er avril, avant qu'un seul œuf y ait été déposé. D'ailleurs le fait qu'indifféremment mâle et femelle s'attaquent aux bourgeons et aux boutons à fruits semble bien prouver qu'à cette époque l'Anthonome n'a pas d'autre but que de se nourrir.

Au cours de nos recherches, nous avons maintes fois assisté au repas de l'Anthonome, nous l'avons vu percer les petites feuilles de l'involucre, s'en aller sur un autre bouton, puis revenir quelquefois au premier trou percé, l'agrandir et l'approfondir au point d'atteindre les étamines (Pl. I, fig. 4). Aucune fleur, pas même celle du centre, protégée par les autres, n'échappe à son attaque, ainsi que nous avons pu le constater non seulement en laboratoire, mais encore sur des boutons recueillis dans un verger les premiers jours d'avril.

Sachant maintenant ce que devient l'Anthonome après son réveil, il est une question d'une grande importance au point de vue pratique qui se pose : de quelle manière ces Charançons se rendent-ils sur les bourgeons ? Certains auteurs comme Kollar disent qu'ils font rarement usage de leurs ailes, d'autres comme Curtis que les mâles volent le matin à la recherche des femelles, d'autres comme Schmidberger que la femelle grimpe. Decaux et Theobald sont d'avis que les femelles aussi bien que les mâles volent parfaitement ; nous sommes absolument d'accord avec ces derniers auteurs. Au cours de nos recherches nous avons manipulé des milliers d'Anthonomes et constaté, quelquefois à nos dépens, que ces insectes volaient très bien, mais à la condition que le soleil brille. Très actifs, comme nous l'avons dit plus haut, sous l'ardeur des rayons solaires, les Anthonomes mâles et femelles ne manquent pas de faire usage de leurs ailes soit pour vous échapper, soit pour passer d'un arbre à un autre : leur vol est très rapide, mais comme beaucoup de Coléoptères au terme de leur envolée, ils se laissent tomber lourdement plutôt que de se poser. Ceci explique pourquoi la méthode des ceintures engluées, préconisées par quelques auteurs pour arrêter les femelles allant effectuer leur ponte dans les boutons, donne quelques résultats pendant les printemps pluvieux, mais est absolument inefficace pendant les printemps ensoleillés.

(1) Il n'est pas rare de voir l'Anthonome rester une demi-heure le rostre enfoncé dans le même trou.

L'accouplement. — Dès la fin de mars ou au plus tard le début d'avril, l'Anthonome est en état de s'accoupler. D'après Speyer (1922) les mâles sont prêts à s'accoupler dès leur réveil ; pour notre part, bien qu'à cette époque leurs organes génitaux soient bien développés, nous croyons qu'il leur est nécessaire de se nourrir au moins pendant quelques jours pour être en état de féconder les femelles ; nous n'avons en effet observé les premiers accouplements que dix jours au plus tôt après le réveil, et constaté que les Anthonomes, gardés au laboratoire et que l'on privait de nourriture, ne s'accouplaient pas et ne tardaient pas à succomber.

Pour s'accoupler, le mâle monte sur la femelle, place ses deux pattes antérieures de chaque côté de la tête de la femelle, les médianes sur le bord antérieur des élytres et les postérieures sur le bord postérieur des élytres, le mâle agite ses antennes et appuyant son abdomen sur l'extrémité du corps de la femelle fait saillir son pénis, qui se présente sous la forme d'un long filament courbe et rougeâtre de 1^{mm},5 à 2 millimètres. Pendant la copulation, la femelle a généralement le rostre allongé, les antennes repliées et l'abdomen rentré, mais bien des fois nous l'avons vue pendant cet acte laisser son rostre engagé dans le bouton qu'elle attaquait.

L'accouplement a lieu sur les rameaux, il est généralement très long, au minimum de plusieurs heures, nous l'avons même vu se prolonger plusieurs jours. Le mâle ne meurt pas aussitôt la copulation, il continue à se nourrir sur les boutons : en relisant mes notes, j'y trouve le cas d'un mâle accouplé le 12 avril et qui ne mourut que le 23 mai. Malgré tout, après l'accouplement, on constate un ralentissement de leur activité, dans nos cages nous les voyons plus souvent sur les parois que sur les boutons, et au début de mai la plupart sont morts.

La ponte. — Aussitôt fécondée, la femelle se met à pondre, ce en quoi nous ne sommes pas d'accord avec beaucoup d'auteurs, qui prétendent que la ponte n'a lieu que beaucoup plus tard (1). C'est là, à notre avis, une erreur, car s'il est vrai que l'on voit encore des femelles pondre fin avril, il est non moins exact qu'on trouve déjà des œufs en place dans les premiers jours d'avril, ainsi que nous avons pu le constater au cours de nombreuses dissections de fleurs, notamment au printemps dernier.

Pour déposer son œuf, la femelle n'attend pas, contrairement à ce qu'on pourrait penser, que le bourgeon soit ouvert, à plus forte raison que le bouton soit sur le point de s'ouvrir : s'il en était ainsi, elle pourrait effectuer toute sa ponte sur les mêmes arbres, et les sujets à floraison tardive, les Pommiers de troisième saison, par exemple, se trouveraient normalement préservés. Mais pour protéger l'œuf contre les dangers qui le menacent (prédateurs, parasites,

(1) D'après H. W. Miles, la ponte n'aurait lieu qu'environ cinq semaines après l'apparition des premiers Anthonomes. Speyer parle d'une quinzaine de jours après l'accouplement, mais il est vrai qu'il prétend que l'accouplement a lieu aussitôt après le réveil.

intempéries) il ne faut pas que la fleur ait le temps de s'ouvrir avant la naissance de la petite larve, qui se chargera, ainsi que nous le verrons plus loin, de s'enfermer dans la fleur en l'empêchant de s'épanouir. C'est pourquoi la femelle choisit des bourgeons dont les fleurs à peine formées (Pl. I, fig. 5) sont encore serrées les unes contre les autres, ceux dont quelques jours auparavant elle se nourrissait ; elle y enfonce latéralement son rostre, quelquefois même en utilisant un trou déjà fait par une autre, creuse jusqu'à ce qu'elle ait atteint les étamines, puis se retourne et dépose son œuf (un seul dans chaque fleur) sur le bord du trou, au fond duquel elle le pousse à l'aide de son rostre. Il n'est pas rare de voir une femelle percer une même fleur à deux ou trois places avant d'y déposer son œuf. La femelle a l'habitude de placer l'œuf dans un sac pollinique (Pl. I, fig. 6), cette observation se trouve confirmée par les travaux récents de quelques auteurs, notamment SCHULZ (1920) et MILES (1922) ; l'œuf ne se trouve pas déposé au milieu des étamines, sinon exceptionnellement, comme on l'avait pensé jusqu'ici. Nous verrons plus tard l'importance de cette observation pour expliquer le mécanisme de l'occlusion de la fleur anthonomée.

La ponte, d'après DECAUX, duré trois quarts d'heure; ce temps nous a paru exact. Quant au nombre des œufs, il nous semble assez variable ; d'après nos observations, il n'est pas inférieur à quinze et peut s'élever, au dire de SCHULZ, (1920) à quarante-huit et même, d'après SPEYER (1922), à une centaine, chiffre qui nous paraît très élevé (1). Il faut avouer que le contrôle en est assez délicat, les œufs n'arrivant que progressivement à maturité et les ovaires n'en contenant souvent qu'un petit nombre : la ponte se fait en Normandie dans le courant d'avril, elle se prolonge plus ou moins longtemps suivant la température : elle est gênée mais non entravée par les grands vents et la pluie plus que par le froid, le mauvais temps que nous avons eu au printemps 1922 ne nous a pas empêché de trouver des œufs en place dans les premiers jours d'avril.

Toutes les femelles ne meurent pas à la fin de la ponte, elles survivent généralement quelques jours. D'après SPEYER, on en trouve encore en juillet et même en septembre. Pour notre part, jusqu'ici nous n'avons jamais réussi en captivité, à garder de vieux Anthonomes vivants au delà du mois d'octobre, et cela tout à fait exceptionnellement (plusieurs jusqu'en août, un seul jusqu'en octobre).

Développement. — L'œuf met d'autant plus de jours à se développer que la température est plus basse, la période embryonnaire varie de six à douze jours, elle peut même être de quinze jours si la ponte a été précoce. La petite larve blanche qui en sort possède une armature buccale puissante, qui lui permet de s'attaquer dès sa naissance au sac pollinique qui l'entoure; sans se déplacer elle tourne alors sur elle-même, et se met à ronger le parenchyme interne du

(1) HENNEGUY estime à une vingtaine le nombre d'œufs pondus d'après les dissections de femelles qu'il a faites : comme il faut à l'œuf un temps assez long pour arriver à maturité, il ne croit pas qu'il y en aitbeaucoup qui puissent se développer pour remplacer au fur et à mesure ceux pondus.

pétale qu'elle trouve au-dessus d'elle. Or on sait qu'au moment où les fleurs à peine gonflées s'écartent les unes des autres dans le bouton, l'assise pilifère des pétales est très développée, les poils entremêlés forment un feutrage épais au-dessus des étamines qu'ils protègent contre les coups de froid si fréquents à cette époque de l'année. Cette attaque de la face interne d'un pétale est l'arrêt de mort de toute la corolle, car son amincissement, outre qu'il retarde (quand il n'entrave pas) la résorption des poils non seulement l'empêche de s'épanouir mais étant donnée la solidarité de développement des enveloppes florales entre elles, retient fermés les autres pétales, qui chaque jour, par suite des ravages grandissants de la larve, deviennent moins aptes à s'ouvrir. Ainsi la jeune larve s'enferme dans la petite fleur et peut, malgré ses frêles apparences, accomplir en toute sécurité son évolution complète.



Fig. 11. — Position de l'œuf sur l'étamine.

Un des points les plus curieux de ce mécanisme de l'occlusion de la fleur est la façon dont la larve se trouve portée au contact des pétales : la chose est très simple, elle le doit au seul jeu de la fleur. En effet, au moment où a été déposé l'œuf dans le sac pollinique, les étamines étaient encore repliées vers le centre ; or, tandis que l'embryon se formait dans l'œuf, la fleur elle aussi se développait, les anthères se redressaient et venaient porter l'œuf prêt à éclore au contact de la voûte florale formée par les pétales (fig. 11). Un œuf qui tombe au milieu des étamines est souvent un œuf perdu, parce que la larve en faisant éclosion est impuissante à atteindre la corolle pour empêcher son épanouissement. On comprendra ainsi l'importance de la ponte dans les sacs polliniques.

Si pour une raison quelconque, printemps précoce ou retard dans la ponte, la fleur vient à s'épanouir avant que la jeune larve n'ait eu le temps de s'attaquer aux pétales, chose plus fréquente sur le Poirier que sur le Pommier, la larve se laisse glisser au milieu des étamines et amalgame les sacs polliniques, qu'elle ronge, avec ses excréments et les poils d'un ou deux pétales, dont elle essaie d'empêcher l'épanouissement. Le tout en se desséchant forme une enveloppe moins solide il est vrai que celle de la corolle, mais suffisante souvent pour mettre la petite larve à l'abri des pluies et des vents qui lui seraient funestes. Nous avons été heureux de constater que simultanément à nos recherches les mêmes faits étaient enregistrés en Allemagne par Schulz.

Le développement de la larve exige trois ou quatre semaines. Tour à tour la larve s'attaque aux sacs polliniques, puis se laissant tomber au milieu des anthères les ronge, ainsi que les styles et en dernier lieu les ovaires, faisant littéralement le vide autour d'elle dans la loge qu'elle s'est constituée. Les ovaires se trouvant attaqués en dernier lieu, il arrive que la fleur puisse être fécondée

et que le fruit noue malgré la larve de l'Anthonome, mais c'est là un cas tout à fait exceptionnel, dont la fréquence n'est certainement pas supérieure à 2 p. 100.

Quand la larve est prête à la nymphose, la fleur est ravagée et sa dessiccation est d'autant plus avancée que le temps est plus sec, pourtant son pédoncule a encore suffisamment de vie pour la retenir solidement à l'arbre et lui permettre de résister à des secouages même assez violents. Elle devient alors le « clou de girofle » typique, bien connu de tous les arboriculteurs (Pl. II, fig. 2 *a*).

La nymphose dure de huit à dix jours. On trouve les nymphes en place à partir du 15 mai, et au plus tard dans les huit premiers jours de juin, en Normandie du moins. L'Insecte parfait reste à l'état immature environ deux ou trois jours, puis à l'aide de son rostre il perce sur le côté (Pl. II, fig. 2 *b*) de sa loge florale un trou rond caractéristique et sort. Les premières éclosions ont lieu après le 15 mai, les dernières vers le 15 juin.

La fleur ne tombe pas avant l'éclosion comme l'ont pensé quelques auteurs : dans la règle générale, la nymphose et l'éclosion se font sur l'arbre même, cette chute ne se fait souvent que huit à dix jours plus tard (1), sous l'action du vent et de la pluie et après dessiccation du pédoncule quand l'insecte l'a abandonné. C'est une des raisons pour lesquelles le secouage des fleurs anthonomées est si difficile au mois de mai, à une époque où (et c'est en quoi nous sommes bien d'accord ici avec DECAUX), il serait des plus précieux pour la destruction des Anthonomes et l'élevage des parasites. Quand les fleurs tombent, c'est généralement qu'elles sont vides ou qu'elles abritent des nymphes de parasites, car il est à noter que la fleur ne dessèche complètement que le jour où la larve a cessé de la ravager.

DECAUX prétend que l'Anthonome se nymphose de deux manières, dans les boutons comme nous l'avons constaté, et dans le sol. D'après lui, un certain nombre de larves quitteraient la fleur pour s'enfoncer dans le sol et là à 20 ou 25 centimètres de profondeur s'enfermeraient dans une coque de terre agglutinée pour se transformer en nymphe : l'Anthonome issu de cette nymphe, ne sortirait d'après lui qu'au printemps. DECAUX déclare avoir trouvé de ces coques au pied même des Pommiers. Nous ne voulons pas mettre en doute les faits indiqués par cet auteur, qui, au point de vue biologique, sont tout à fait intéressants, s'ils sont bien exacts, mais nous nous demandons s'il ne s'agit pas ici plutôt d'une hypothèse que d'une observation : les expériences que nous avons faites pour vérifier cette opinion n'ayant jamais rien donné, nous avons opéré avec des centaines de larves, pas une seule fois celles-ci ne se sont nymphosées dans le sol. A titre documentaire voici comment nous procédons : nous recueillons des fleurs anthonomées vers le 15 mai et nous nous assurons que les larves ne sont pas encore transformées en nymphes, en faisant une petite inci-

(1) Il est d'ailleurs à remarquer que dans de nombreux cas, notamment dans celui des cécidies, la partie de la plante attaquée reste verte beaucoup plus longtemps.

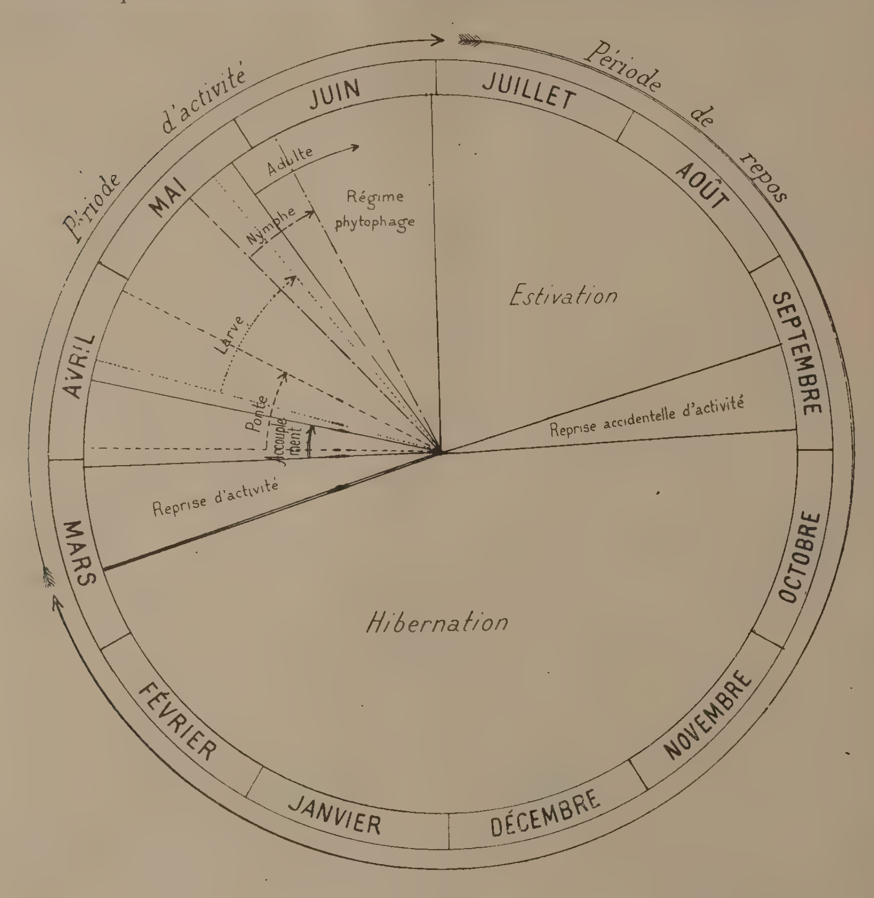
sion sur le côté de la fleur, nous plaçons un nombre déterminé de « clous de girofle » dans un grand vase sur une couche épaisse de terre et nous recouvrons d'une mousseline : les éclosions se font normalement dix à douze jours plus tard et nous trouvons les adultes vivants sous la mousseline ; si nous tamisons la terre, nous n'y trouvons aucune coque. Nous avons fait la même expérience en plaçant des larves directement dans le sol, toutes à chaque fois ont péri attaquées par des moisissures. Jusqu'à preuve du contraire, je crains donc que Decaux, qui du reste ne parle pas d'expériences démonstratives sur ce sujet, n'ait pris des coques d'autres insectes (Tenthrèdes ou autres) pour des coques présumées d'Anthonomes du Pommier. En tout cas, la chose avait besoin d'être rappelée, car il en est rarement fait mention dans les travaux sur l'Anthonome.

Estivation de l'Anthonome. — L'insecte parfait, que nous connaissons déjà, est vif et actif, il vole avec la plus grande facilité d'un arbre à un autre, mais seulement au soleil, si nous nous en rapportons aux observations que nous avons faites à ce sujet. Il a en outre la propriété, comme beaucoup de Curculionides, de faire le mort spontanément en ramenant ses pattes et son rostre sous son corps, dès qu'on veut le saisir ou qu'il se croit en danger. Ceci explique pourquoi il se laisse assez facilement tomber quand on vient à secouer brusquement l'arbre sur lequel il se trouve.

Aussitôt son éclosion, l'Anthonome se met à circuler sur les arbres et s'attaque au feuillage, dont il dévore le parenchyme inférieur. En laboratoire nous avons obtenu des dégâts considérables (Pl. II, fig. 3), les multiples piqûres de l'Insecte arrivant à réduire rapidement le limbe à l'état d'une véritable dentelle. Dans la nature, étant donnée l'abondance de nourriture mise à sa disposition, les dégâts paraissent beaucoup plus clairsemés et se confondent avec ceux des autres phytophages, notamment des *Polydrosus*, des *Phyllobius* et des nombreuses chenilles de Microlépidoptères, en particulier des *Coleophora*. L'Anthonome semble alors se nourrir exclusivement de feuilles de Pommier les autres feuillages que nous lui avons présentés, à part peut-être celui du Poirier, n'ont pas paru lui convenir.

Dans les cages d'élevage où nous avons mis des Anthonomes en présence de feuillages de Bouleau, Chataignier, Noisetier, Saule, Charme, Hêtre, Chêne, Prunier, jamais nous ne les avons vus s'y attaquer. Par contre, nous avons constaté l'attirance exercée sur eux par les feuilles de Pommier notamment en faisant l'expérience suivante : à côté d'une cage contenant des « clous de girofle » nous en plaçons une autre renfermant une branche fraîche de Pommier et nous la relions à la première par le haut au moyen d'un tube de verre ; nous constatons alors qu'au fur et à mesure que se produisent les éclosions, les Anthonomes passent dans la cage 2 et vont se nourrir du parenchyme des feuilles.

Assez sensibles dans la première quinzaine de juin, les dégâts diminuent peu à peu, l'activité de l'Anthonome se ralentit considérablement jusqu'à devenir absolument nulle en juillet-août. A cette époque, dans la nature il semble disparaître complètement. En élevant de nombreux Anthonomes, nous nous sommes



Cycle évolutif de l'Anthonome du Pommier, en Normandie

Fig. 12.

rendus compte que cette disparition coïncidait avec un état d'engourdissement, analogue à celui qui a été signalé pour d'autres espèces de Charançons, et qu'on nomme l'estivation. Pour estiver, l'Anthonome recherche les abris qui lui semblent les plus favorables, le protégeant à la fois contre la grande chaleur et l'humidité; on le trouve alors aussi bien sous les écorces comme pendant l'hiver que dans la mousse et les feuilles sèches des arbres, il nous est arrivé d'en trouver jusqu'à vingt ensemble dans une feuille roulée par une chenille de Microlé-

pidoptère (1). Toutefois il est à noter que vu la grande quantité d'Anthonomes qui éclosent, ceux que l'on rencontre à partir de juillet sont en nombre tout à fait infimes, ce qui prouve bien leur grande dissémination.

L'Anthonome ne se réveille généralement, mais pas obligatoirement, de son sommeil estival qu'en septembre, c'est alors pour s'attaquer çà et là à quelques feuilles de Pommier et choisir définitivement son quartier d'hiver. Disséquant des Anthonomes à l'automne, le professeur Henneguy avait constaté la régression du corps graisseux et des concrétions d'urates dans le rectum. Il est intéressant de noter combien trente ans plus tard des observations biologiques viennent confirmer l'importance de remarques anatomiques (2), qui purent paraître à l'époque insignifiantes pour l'étude de l'insecte.

IV. — Les ennemis de l'Anthonome.

1. Parasites.

a. Végétaux. — Nous avons signalé plus haut le rôle joué par une Muscardine; *Beauveria globulifera* (*Sporotrichum globuliferum*), Spegazzini dans la destruction des Anthonomes qui hivernent sous les écorces. C'est probablement cette moisissure que Lecœur avait trouvée en faisant son étude sur l'Anthonome, et qu'il nommait *Botrytis tenella*, et qu'Imms, en Angleterre, signale sans préciser sous le nom d'*Isaria*. Les années humides elle détruit des quantités d'Anthonomes, qui constituent pour elle par leur immobilité prolongée une proie facile : la persistance de l'humidité, de juillet à octobre, semble être la condition la meilleure pour son développement sur ce Charançon. Il nous est arrivé de trouver sous un même morceau d'écorce, jusqu'à huit Anthonomes tués par cette Muscardine, et littéralement noyés dans un véritable feutrage blanc. La proportion des Anthonomes tués est éminemment variable, et les chiffres qu'on peut donner sont, il faut bien l'avouer, très sujets

(1) La présence des Anthonomes dans les feuilles roulées par des Tordeuses et quelquefois leur cohabitation avec les chenilles elles-mêmes est assez curieuse à noter. Cette observation coïncide parfaitement avec celles faites en laboratoire. En effet, ayant mis en contact le 28 mai, une centaine d'Anthonomes nouvellement éclos avec un Pommier d'expérience en cage je constatais quelques jours plus tard que, le temps devenant frais et pluvieux, la plupart de mes Anthonomes, très actifs auparavant, avaient à peu près disparu. Je cherchais dans ma cage et en retrouvais un grand nombre groupés dans des feuilles roulées et protégés par le réseau soyeux tissé par les chenilles. Les premiers jours de juin, visitant dans un clos des Pommiers que je savais couverts de «clous de girofle», je fus tout étonné de ne trouver que quelques Anthonomes ; me souvenant alors des observations faites dans la cage, je recueillis les feuilles roulées par les Tordeuses et j'eus l'agréable surprise de capturer ainsi sur le même arbre plus de 200 Anthonomes cachés par groupes de 5 ou 6 dans presque chacune des feuilles que j'avais ramassées.

Ces feuilles du reste ne constituent qu'un abri temporaire pour les Anthonomes car, rongées par les chenilles et souvent aussi par les Anthonomes qu'elles abritent, elles ne tardent pas à se dessécher et tombent au moment des grandes chaleurs.

(2) Au cours de ses dissections, d'ailleurs, Henneguy avait également constaté que de juin à novembre le tube digestif était rempli de liquide transparent et jaunâtre et ne contenait pas de tissu végétal, et déjà il avait émis cette opinion que, pendant l'été, les Anthonomes ne devaient pas prendre de nourriture.

à caution, du fait qu'il est quasi impossible de dénombrer les Anthonomes qui hivernent dans un clos, étant donné leur petite taille et leur couleur, et que ceux qui sont entourés de moisissure blanche sont toujours plus visibles que les autres.

b. ANIMAUX. — Il suffit de lire les travaux de DECAUX pour juger de l'importance des parasites dans la lutte contre l'Anthonome du Pommier. Tous ceux qui s'intéressent à l'Entomologie agricole ont présente à la mémoire la méthode, préconisée par cet auteur, qui, dans la suite, sous l'impulsion de savants éminents, reçut de multiples applications pour l'élevage des parasites et la destruction de quelques grands ravageurs. En récoltant 13 boisseaux et demi de clous de girofle, provenant de 800 arbres, DECAUX rapporte ne pas avoir obtenu moins de 250 000 parasites. C'est dire le rôle qu'ils peuvent jouer dans certains cas.

Nos élevages nous ont donné trois espèces d'inégale importance, et provenant toutes trois de clous de girofle récoltés dans les environs de Rouen. Le parasite qui domine est *Pimpla* (= *Epiurus*) *pomorum* L., ectoparasite des larves et des nymphes. La femelle de cet Ichneumon dépose son œuf sur la larve de l'Anthonome ; au bout de quelques jours, sort de l'œuf une petite larve blanche, ayant une tête assez large, le corps formé de segments arrondis et uniformes, les antennes bien développées et la bouche constituée par des pièces cuticulaires, qu'elle enfonce dans les tissus de l'hôte ; en vieillissant la larve prend une couleur crême, avec la tête plus foncée, elle a le corps bombé et la partie ventrale plate ; sa taille ne dépasse pas 5 millimètres. Nous avons toujours trouvé la larve sur le dos de l'hôte. IMMS indique que sa position est variable sur la larve, mais invariable sur la nymphe (à l'extrémité anale). Le même auteur se demande si le parasite n'aurait pas la propriété d'injecter dans les tissus de l'hôte une substance pour empêcher sa décomposition, car il est à remarquer que la partie non attaquée conserve sa fraîcheur. La larve se tisse un cocon soyeux ovoïde, généralement blanc que l'on trouve fixé au fond du clou de girofle. La nymphose dure une vingtaine de jours, ceci explique qu'en général l'éclosion des *Pimpla* se fasse après celle des Anthonomes et que l'on obtienne encore des parasites jusqu'à la fin de juin, tandis qu'en Normandie les Anthonomes apparaissent entre le 20 mai et le 15 juin, date extrême. Nous verrons plus loin, à propos des traitements l'importance de cette remarque. Les mâles éclosent d'ordinaire avant les femelles, dont ils diffèrent sensiblement (1) : ce sont de petits Ichneumons au corps fluet, aux ailes hyalines, noirs avec plusieurs segments abdominaux fauves et les pattes

(1) On trouvera une excellente description de *Pimpla pomorum* dans C. MORLEY, *The Ichneumonidae of Great Britain*, 1908. La femelle de ce parasite fut décrite pour la première fois en 1848 par RATZEBURG ; quant au mâle, resté longtemps inconnu, il ne fut décrit en détail qu'en 1908 par MORLEY.

partiellement fauves, et atteignant 5 à 6 millimètres (1). La femelle porte une longue tarière de couleur roussâtre. Ces insectes sont fréquents au printemps. Que deviennent-ils après avoir parasité l'Anthonome ? C'est une question à laquelle aucun auteur jusqu'ici n'a pu répondre d'une façon certaine; il est fort probable que les femelles s'en vont déposer leurs œufs sur quelques chenilles de Microlépidoptère comme le font d'autres espèces de *Pimpla*, à moins qu'elles n'aillent parasiter quelque Araignée, comme c'est le cas d'une espèce très voisine *Pimpla oculatoria* F. Les larves de seconde génération sont-elles alors endoparasites ou ectoparasites ? Dans le cas de parasitisme d'une chenille, il est fort possible qu'elles deviennent parasites internes, alors qu'elles étaient externes sur l'Anthonome. MOKRZECKI signale le *Pimpla pomorum* comme parasite d'*Anthonomus pedicularius*. Dans ses élevages, IMMS a obtenu une proportion de 27 p. 100 de *Pimpla*; pour nous la proportion n'a pas dépassé 12 p. 100, au dire de FRYER, elle peut tomber à moins de 1 p. 100 ; si nous en jugeons par nos élevages de cette année, la chose n'a rien d'étonnant.

Nous avons obtenu en assez grande quantité, en 1921 surtout, en même temps du reste que des *Pimpla*, une espèce fort intéressante de Braconide, le *Bracon discoideus* Wesm., déjà signalé (1920) par SCHENCK et SMITS VAN BURGST en Hollande, qui l'élevèrent avec une Tenthrède, *Pontania proxima*, vivant sur *Salix amygdalina*. La larve est glabre et d'un blanc crémeux, la bouche est formée de bourrelets arrondis qui par un mouvement continuel de va-et-vient, lui permettent d'aspirer les sucs internes de son hôte. C'est un ectoparasite solitaire comme le *Bracon variator* Nees, parasite des *Baris*, dont la biologie vient d'être décrite récemment par FAURE (1923) (2) et que GOUREAU et DECAUX avaient considéré comme un parasite interne, par erreur sans doute. Il est fort possible d'autre part que le *Bracon variator* de DECAUX soit notre *B. discoideus*, espèce très voisine, car jamais nous n'avons obtenu le *Bracon* de DECAUX, qui ne dut pas en étudier la biologie. La nymphose se fait dans un cocon de soie blanche, légèrement grise, de forme allongée, d'où l'insecte parfait sort en juin. D'après les travaux de A. JANATA qui a signalé cette espèce comme parasite de *Rhynchites pauxillus* en Tauride, le *Bracon discoideus* aurait deux à trois générations : une en mai, une en juin et une troisième facultative, en juillet-août, la plus grande partie des cocons de la seconde génération ne donnant d'insectes parfaits que l'année suivante. Cet insecte hiverne dans son cocon à l'état de nymphe. Que devient chez nous, ce *Bracon*, après avoir parasité l'Anthonome, sans doute va-t-il s'attaquer à quelque larve de Tenthrède ou à une chenille de Microlépidoptère, comme la Tordeuse du Pin (*Retinia* [*Rhyacionia*] *buoliana*) ou encore à la larve de quelque Rhynchite, comme *Byctiscus betulae*, ainsi que le signale notre collègue FEYTAUD. Nous

(1) Nous nous demandons si le *Pimpla graminella* Grav. de DECAUX n'est pas plutôt *P. pomorum*, tant celui-ci est abondant, d'autant plus que le *P. graminella* est plutôt un parasite de Lépidoptères.

(2) JEAN.-C. FAURE. — Observations sur les *Baris* et leurs parasites (*Annales des Epiphyties*, 1923, p. 109-120).

nous proposons de revenir plus tard dans une étude spéciale sur la biologie de cet intéressant parasite.

Nos élevages nous ont donné quelques exemplaires d'une troisième espèce de petite taille, *Habrocytus fasciatus* (Ptéromalide) déjà obtenu d'*Anthonomus* par Catoni (1912) et qui n'est peut-être autre chose que le *Pteromalus pomorum* de Decaux. Nous n'avons aucun renseignement sur la biologie de cet Hyménoptère (1).

Nous n'avons jamais obtenu d'autres parasites, tels que *Pimpla sagax* Stg. *Pimpla examinator* Fab. (Brischke), *Apanteles lacteus* (Reissig), *A. impurus* Nees (Brischke), *Campoplex latus* Ratz (Nordlinger), *Meteorus ictericus* Nees (Catoni).

2. Prédateurs.

Kazansky mentionne *Anthocoris nemorum* (Hémiptère) comme destructeur des larves et des nymphes dans les clous de girofle, il attribue également à *Byturus tomentosus* et aux *Meligethes* (Coléoptères) la mort d'un grand nombre de larves d'Anthonomes lorsqu'ils viennent attaquer des fleurs anthonomées. Kurdjumov signale comme se nourrissant des larves un Thysanoptère, *Haplothrips tritici* ; nous avons rencontré plusieurs fois des Thrips dans les clous de girofle, mais n'avons pu vérifier cette assertion.

On a prétendu que les Abeilles, en venant butiner sur les fleurs de Pommier faisaient tomber l'œuf de l'Anthonome, ou en favorisant la fécondation des fleurs, suivie presque aussitôt de la chute des pétales, mettaient la larve à découvert et la vouaient à une mort certaine. Cette opinion très répandue dans les milieux agricoles est en contradiction avec la biologie de l'Anthonome, telle que nous venons de la décrire : il suffit de se rappeler l'état du bouton quand se fait la ponte ; ce n'est que tout à fait exceptionnellement que la fleur s'ouvre avant que la larve n'ait eu le temps de s'y enfermer. Les Abeilles, comme du reste beaucoup d'Hyménoptères, sont des agents très actifs de la fécondation des fleurs, voilà le fait, il n'est donc pas étonnant qu'à proximité des ruchers les dégâts des Anthonomes paraissent plus clairsemés.

Les grands destructeurs des Anthonomes sont certainement les Oiseaux, très friands des larves, qu'ils savent très bien dénicher dans la fleur. Lecœur estime à 75 p. 100 la proportion des clous de girofle ainsi vidés par les oiseaux dans certains endroits. Il n'est pas jusqu'au Moineau qui, d'après Maarschalk, ne leur fasse une chasse acharnée. En outre la longue période d'immobilité de l'Anthonome facilite sa destruction par les Pics, les Mésanges et les Sittelles, qui vont le chercher sous les écorces.

(1) Nous sommes heureux de remercier ici M. Ferrière de Berne de ses déterminations.

V. — Les ravages de l'Anthonome.

De l'étude de la biologie de l'*Anthonomus pomorum*, il ressort que ce Charançon, se nourrissant seulement pendant les quinze ou vingt jours qui suivent son éclosion du parenchyme des feuilles, n'est vraiment nuisible qu'à l'état de larve, quand celle-ci ronge l'intérieur de la fleur.

Quant aux piqûres printanières, elles ne nous ont pas paru avoir une répercussion notable sur le développement normal des fleurs, à moins qu'elles ne soient trop nombreuses; dans ce cas, elles déterminent l'avortement du bouton et provoquent sa chute : un trou dans un pétale, la mutilation d'une anthère ou de quelques sacs polliniques ne sont pas des blessures suffisantes pour gêner l'épanouissement régulier ; expérimentalement nous avons provoqué des piqûres dans les boutons, soit au moyen de grosses aiguilles, soit à l'aide de ciseaux fins, soit même encore en donnant des boutons en pâture à des Anthonomes mâles ; chaque fois les boutons se sont ouverts.

Le gros dégât, le seul à notre avis qui compte, est causé par la larve, qui se développe aux dépens de la fleur dans laquelle l'œuf a été déposé. Le nombre des fleurs attaquées peut être considérable et dépasser 60 p. 100 du nombre total des fleurs, mais heureusement ce pourcentage n'est atteint que rarement, et nous verrons plus loin qu'en dessous d'un tiers le mal est plus apparent que réel dans les clos normands tout au moins. En outre, il est à noter que dans la région Nord-Ouest de la France, dont nous avons à nous occuper, le Pommier est seul presque exclusivement attaqué, le Poirier l'est beaucoup plus rarement, et nous croyons pouvoir attribuer ce fait à la floraison plus hâtive et plus rapide du Poirier : nous avons vu que les Anthonomes s'attaquaient aux boutons à un moment déterminé et déposaient leurs œufs avant que les différentes fleurs ne se soient écartées les unes des autres ; or il arrive fréquemment ici que cette condition ne soit pas réalisée, la plupart des bourgeons se trouvant déjà épanouis au début d'avril, alors que les Pommiers au contraire commencent seulement à débourrer. Toutes les tentatives que nous avons faites à cette époque pour obtenir la ponte dans les boutons de Poirier ont échoué, tandis que celles que nous faisions avec des boutons de Pommier réussissaient. La seconde raison, floraison plus rapide, n'est pas moins importante : en Normandie, pays littoral, les hivers sont rarement froids, il s'ensuit qu'au début de mars, parfois fin février, les bourgeons de Poirier ont déjà commencé à débourrer, il suffit de quelques jours de temps doux pour activer ce débourrement, généralement ils se produisent et il n'est pas rare de voir fin mars des poiriers fleurir. Les Pommiers débourrent beaucoup plus lentement, ceux de première saison fleurissent rarement avant le 15 avril, ceux de troisième saison fleurissent jusqu'en juin. Il n'y a donc rien d'étonnant, surtout quand on voit l'abondance des Pommiers

en Normandie par rapport aux Poiriers, qu'ici l'Anthonome se soit cantonné de préférence sur l'essence dominante (1).

Les fleurs anthonomées, nous le savons, prennent un aspect desséché et roussi caractéristique qui les fait ressembler un peu à un clou de girofle et a contribué à accréditer dans nos campagnes cette opinion que la « lune rousse » ou les « vents roux » étaient la cause véritable du dommage (2).

Au cours de l'enquête à laquelle nous nous sommes livrés auprès des intéressés, une chose nous a frappés, c'est l'indifférence générale à l'égard des dommages causés par l'Anthonome. Il est certain qu'au printemps, les Arbres fruitiers se couvrent d'un nombre incalculable de fleurs qui laisse loin derrière lui celui des fruits dans les années les meilleures, et que si cet éclaircissement naturel, dû à des causes très diverses, ne se produisait pas, les arbres les plus résistants ne tarderaient pas à s'épuiser, à ne plus donner, par suite du manque de sève, que des fruits très petits et sans suc. L'Anthonome en s'attaquant à la fleur deviendrait ainsi un des agents les plus précieux de l'éclaircissement naturel, et en quelque sorte un excellent régulateur de récolte. Nos recherches ne nous permettent pas de suivre dans cette voie l'optimisme de ceux qui ne sont pas loin de considérer l'Anthonome comme une acquisition intéressante pour les vergers ; en effet, pas plus qu'on ne saurait dire du Taupin qu'il est l'auxiliaire du cultivateur pour le démariage des betteraves, on ne peut considérer l'Anthonome du Pommier comme le régulateur de la production des pommes et des poires.

L'éclaircissement brutal de l'Anthonome ne peut en aucune manière être comparé à l'opération judicieuse pratiquée par l'arboriculteur qui évite de surcharger l'extrémité des rameaux et ne laisse çà et là que quelques fleurs destinées à produire des fruits de choix.

Nous attacherions beaucoup moins d'importance à cet insecte s'il ne s'attaquait qu'aux arbres surchargés de fleurs et s'abstenait de pondre sur les moins favorisés ; dans ce cas ses dégâts seraient plus apparents que réels et nous n'aurions souvent qu'à nous louer de ses services. Mais telles ne se passent pas les choses dans la nature.

Tous les propriétaires de vergers savent que le Pommier se repose généralement une année sur deux, et qu'il y a des années à pommes. Nous sommes per-

(1) On trouve quelquefois des fleurs de *Malus acerba* attaquées par l'Anthonome dans les clairières.

(2) En Basse-Normandie, le mot Anthonome est assez répandu, mais on lui donne fréquemment un sens très différent de son sens réel : on désigne en effet communément sous ce terme des dégâts causés par d'autres espèces telles que le *Peritelus griseus*, vulgairement la Grisette, petit Charançon globuleux, commun en avril sur les bourgeons épanouis de Pommier, ou encore la Cheimatobie (*C. brumata*) dont la chenille est parfois si nuisible dans les vergers, ou la Chenille de l'*Eupithecia rectangulata*, qui ronge les fleurs de Pommier, ou même les Tordeuses, dont les ravages diffèrent pourtant beaucoup de ceux de l'Anthonome.

Nous avons été surpris dans nos tournées de voir combien en réalité on connaissait mal l'Anthonome, puisqu'il n'est pas rare de voir même des gens instruits le confondre avec des chenilles sous le terme vague de « Ver des fleurs ». Nous insistons sur ce point, afin de mettre en garde les services compétents contre certains renseignements non contrôlés qui pourraient leur être donnés sur la question de l'Anthonome.

suadés que sans l'intervention des ravageurs et de l'Anthonome en première ligne, la moyenne serait beaucoup plus élevée et la récolte plus régulière. Les statistiques que nous avons établies à cet effet nous ont fourni la preuve que certaines variétés, et certains sujets bien adaptés au sol dans lequel ils étaient plantés étaient susceptibles de donner chaque année des pommes en quantité ontable sans en être affaiblis.

La vérité dans cette question de l'Anthonome, assez complexe au fond, est que, dans les années à pommes, les dégâts de l'insecte n'ont pas de conséquences appréciables, tandis que dans les années creuses, ils pourraient sembler considérables si le cultivateur ne savait, par expérience, qu'il aura peu de pommes une année sur deux : c'est la raison véritable pour laquelle il se désintéresse de l'Anthonome.

Pour nous, l'Anthonome est un ravageur et il n'est pas exagéré de dire que sur l'ensemble de la Normandie notamment, il nous coûte en moyenne 15 à 20 p. 100 de la récolte en pommes à cidre, que les Pommiers pourraient produire en plus sans s'épuiser. Mais pratiquement quand sur un arbre ce Charançon ne détruit pas plus d'un tiers des fleurs, on peut dire que l'Anthonome n'est pas nuisible au Pommier à cidre, qui n'exige ni les mêmes soins, ni la même taille que le Pommier à couteau : il se contente en dessous de cette limite d'être le grand ciseleur des fleurs de Pommier, l'agent actif de l'éclaircissement auquel nous faisons allusion tout à l'heure. Les efforts du pomiculteur doivent donc tendre à ramener l'Anthonome à un nombre réduit, de façon à en faire un insecte supportable, et notre devoir est de rechercher les moyens les plus efficaces de le détruire ou tout au moins de l'empêcher de pulluler.

VI. — Moyens de destruction de l'Anthonome.

Plus de vingt méthodes diverses ont été préconisées pour lutter contre l'Anthonome, les unes préventives, les autres destructives. Nous allons voir que si quelques-unes sont à retenir, beaucoup sont à rejeter, pour la raison fort simple que dans les conditions présentes, leur prix de revient est prohibitif. Le problème auquel nous nous heurtons ici est au fond le même que celui en face duquel nous nous trouvons pour lutter contre les ennemis de la plupart de nos cultures ; il faut que le coût du traitement soit en rapport avec la valeur du produit traité ; or rien n'est plus difficile quand il s'agit de pommes à cidre, dont les cours varient tant d'une année à l'autre. Il est certain qu'on ne peut aller très loin dans la voie des traitements, quand les pommes se vendent comme en 1921, année de vie chère pourtant, moins de 50 francs la tonne, mises sur wagon. Il est vrai que, depuis, les cours se sont beaucoup relevés, les pommes sont vendues à un taux assez rémunérateur.

La question des traitements se présente donc sous un jour tout à fait différent, suivant que nous avons affaire au cultivateur qui possède un clos de

Pommiers ou à l'arboriculteur producteur de fruits de table et qui peut par conséquent se permettre de faire des sacrifices pour sauvegarder sa récolte. C'est l'esprit dans lequel nous examinerons tour à tour les traitements préconisés, nous réservant d'insister sur le Pommier à cidre dont nous avons eu à nous occuper tout spécialement. Nous ne parlerons qu'en dernier lieu des traitements préventifs proprement dits, qui rentrent plutôt dans la catégorie des soins culturaux.

A. Traitements mécaniques.

1. — L'anthonomage. — Nous étudions les traitements mécaniques en premier, parce que ce sont de beaucoup les plus connus. Tous ceux qui s'intéressent à l'Entomologie agricole se souviennent des expériences, assez convaincantes du reste, de Hérissant (1) pour la destruction de l'Anthonome du Pommier au moyen de secouages répétés, opération qui a reçu le nom d'*anthonomage.* Cette méthode fit à ses débuts, il y a une trentaine d'années, un certain nombre d'adeptes, sous l'impulsion du Ministère de l'Agriculture ; il se constitua même des Syndicats d'Anthonomage; en écrivant ces lignes, j'ai sous les yeux un modèle de statuts pour la constitution d'un tel syndicat.

Quelques auteurs, comme Abel, dénomment anthonomage des écorces l'opération qui consiste à nettoyer les Pommiers pendant l'hiver et à les débarrasser de leurs vieilles écorces pour détruire les Anthonomes qui s'y sont cachés. Cette méthode est tout à fait distincte de l'anthonomage proprement dit, nous y reviendrons plus loin, en étudiant les traitements préventifs.

En réalité, il y a deux sortes d'anthonomages : l'anthonomage des bourgeons, connu plus généralement sous le nom d'anthonomage et l'anthonomage ou plus exactement le ramassage des fleurs roussies. Le premier se fait, au printemps, au moment de la ponte de l'Anthonome, c'est-à-dire du début d'avril aux premiers jours de mai (Decaux), le second depuis le 15 mai jusqu'en juin.

a. *Anthonomage des bourgeons.* — Nous rappellerons en deux mots que cette opération se fait au moyen d'une grande bâche de 10 mètres de côté, fendue en un point jusqu'au centre, et que l'on étend au-dessous du Pommier ; au moyen de perches à crochet ou en montant dans l'arbre, on imprime au Pommier des secousses brusques, qui font tomber sur la bâche les Anthonomes surpris (les coups de maillet sur le tronc sont insuffisants pour les arbres d'une certaine force) ; on ramène tous les débris qui tombent sur la toile, en soulevant les bords, on les ramasse et on les brûle (Pl. II, fig. 1). De cette

(1) Herissant, directeur de l'École d'Agriculture des Trois-Croix à Rennes, dit avoir détruit dans un verger de l'école, planté de 347 Pommiers plus de 450 000 Anthonomes en deux secouages. D'un autre côté, dans les archives de l'ancien laboratoire d'Entomologie de la Seine-Inférieure, nous trouvons relatés les chiffres suivants pour des essais faits dans la Manche au château du Bigard, près de Sainte-Croix-Hague, sur les conseils de Paul Noel : 39 000 Anthonomes détruits en quatre secouages dans un herbage planté de 70 Pommiers (avril 1894).

manière et en répétant à quelques jours d'intervalle l'opération trois ou quatre fois, on arrive à capturer une moyenne de 150 Anthonomes par Pommier (DECAUX).

L'anthonomage est une opération simple et facile, demandant peu de matériel, mais nécessitant pour être menée avec succès l'emploi d'au moins trois ouvriers et un travail assez long : il n'est pas exagéré de l'évaluer à quinze à vingt minutes par arbre, ce qui nous donne seulement 30 à 32 Pommiers traités par une journée de huit heures (1). L'anthonomage est une question de temps et de main-d'œuvre, aussi est-il facile d'en établir à l'avance le prix de revient.

Il s'agit de savoir si ce traitement mécanique est efficace. Nous venons de voir qu'il permettait de détruire en moyenne 150 Anthonomes par arbre ; ce chiffre nous paraît assez exact, surtout dans les clos n'ayant reçu aucun soin particulier jusque-là. Mais nous avons constaté aussi que les secouages, même ceux faits avec précaution, n'étaient pas sans entraîner la chute d'un grand nombre de boutons à fruits, si fragiles à cette époque de l'année. Nous avons calculé que la moyenne des boutons ainsi cassés atteignait fréquemment la centaine à chaque secouage ; chacun d'eux portant au minimum cinq fleurs, c'est plus de 500 fleurs qui se trouvent ainsi détruites à chaque secouage, soit plus de 1 500 en trois secouages. Nos 150 Anthonomes, dont il y a lieu de défalquer 40 à 50 p. 100 de mâles, qui se contentent d'enfoncer leur rostre dans les boutons, auraient causé l'avortement de 2 000 à 2 500 fleurs au maximum. Le bénéfice ne nous paraît donc pas aussi intéressant qu'il eut pu semblé l'être à première vue. Enfin n'oublions pas d'autre part qu'il est très possible qu'au moment des secouages, un certain nombre d'œufs aient déjà été déposés dans les fleurs par les femelles ; ce qui diminue d'autant la proportion des fleurs protégées.

Si nous envisageons le côté dépense, même en mettant à part la question d'achat très onéreux de bâches de 100 mètres carrés, nous constatons que le coût du traitement ne peut être inférieur à 3 ou 4 francs par pied, soit 300 à 400 francs environ à l'hectare planté.

A ces considérations nous devons ajouter que pour être efficace, le traitement a besoin d'être généralisé dans toute la contrée, que la pluie et le vent faussent complètement les résultats, quand ils ne rendent pas les secouages absolument impossibles sans arrêter la ponte de l'Anthonome, que lors du ramassage sur les bâches beaucoup d'Anthonomes s'accrochent à la toile sans se lais-

(1) HERISSANT estime qu'une équipe de quatre ouvriers bien conduite peut traiter 110 arbres par jour. Nous supposons que l'auteur veut parler d'arbres de taille tout à fait moyenne, car, pour notre part, nous avons procédé à de nombreux secouages dans des clos plantés d'arbres en pleine force, jamais nous n'avons réussi à faire plus de six pommiers à l'heure : dix minutes pour chaque arbre constitue un minimum de temps qu'il est difficile de réaliser si l'on veut faire un anthonomage sérieux : il faut étendre la bâche, secouer successivement les principales branches, ramasser les Anthonomes. Nous ne parlons pas du coût du traitement, qui doit être plus que décuplé, par rapport aux chiffres donnés par HERISSANT, car nous sommes persuadés que même pour 250 francs on n'arriverait pas à secouer à deux reprises différentes les 347 pommiers de l'École des Trois-Croix, qu'HERISSANT dit avoir traités pour la somme de 24 fr. 35.

ser tomber dans les sacs avec les déchets de secouage, que l'époque la plus favorable à l'anthonomage coïncide généralement avec la reprise des travaux dans les champs et les jardins, immobilisant ainsi une main-d'œuvre déjà si rare à l'époque présente dans nos campagnes. Pour toutes ces raisons, nous comprenons très bien que le cultivateur ait renoncé à l'anthonomage.

A notre avis, l'opération ne peut être intéressante que le jour où l'Anthonome apparu en surabondance, menace la production déjà très diminuée par le repos végétatif du Pommier, qui se produit régulièrement tous les deux ans. Pour cela on doit surveiller ses Pommiers, comparer ses récoltes, mesurer l'étendue des ravages. Mais comme souvent on ne voit le mal que le jour où il est fait, on n'a d'autre ressource que de soigner ses Pommiers pendant la mauvaise saison, quand les travaux de la ferme le permettent.

Reste l'arboriculteur, dégagé de tous les soucis de la culture et de l'élevage, chose assez rare en Normandie, qui tire toutes ses ressources de ses clos et désire par conséquent voir ses Pommiers produire, même et surtout les années où les pommes ont tendance à faire défaut sur le marché. Lui, oui, pourra avoir recours à l'anthonomage, mais il lui préférera souvent, à dépense égale et même plus élevée, les traitements généralisés (1), l'anthonomage ne pouvant le dispenser de traiter ses arbres pour lutter contre d'autres ravageurs non moins redoutables pour lui, comme les Chenilles, les Vers des Pommes, les Pucerons, etc.

L'anthonomage ne peut en rien être comparé au hannetonnage, beaucoup plus facile, étant donné la grande taille des Hannetons, leur poids et leur couleur ; et c'est pourquoi, après toutes les raisons que nous avons mentionnées et malgré les résultats incontestables qu'a pu donner cette méthode dans le cas des grosses pullulations, nous croyons que l'anthonomage est un traitement qui n'a plus sa place dans les livres d'Entomologie agricole autrement qu'à l'état de souvenir classique et qui n'a d'intérêt à l'heure actuelle que pour les exploitants amateurs et pour les chercheurs des laboratoires, désireux de se procurer un matériel biologique abondant, pour leurs expériences.

A ceux qui veulent tenter l'opération, nous conseillons de se munir d'une grande toile de coton, par exemple (de 40 mètres carrés environ, celles de 100 mètres sont difficiles à manier et d'un prix de revient élevé) (2) de la fendre

(1) A moins, bien entendu, que l'Anthonome ne soit un véritable fléau dans ses plantations, ou qu'il n'ait les loisirs de procéder à cette opération de l'anthonomage.

(2) Lecœur n'est pas partisan non plus de l'emploi de la bâche de 10 mètres de côté, préconisée par certains auteurs. « J'ai pu, dit-il, me convaincre par expérience, dans mes herbages, de la difficulté du travail ; que serait-ce alors dans les terrains cultivés ou ensemencés, étant donné surtout qu'il faut secouer les Pommiers présentant seulement des bouts blancs? Aussi faut-il renoncer à cette façon de bâche et se servir de deux toiles légères et solides.

« Chaque toile aura 8 mètres de longueur sur 4 mètres de largeur, ce qui donnera une longueur totale de 8 mètres de côté, surface bien suffisante dans tous les cas, car lors du secouage de branches, les Anthonomes qui ne s'envolent pas vers les autres Pommiers, se laissent tomber non pas verticalement, mais obliquement en volant vers le tronc du Pommier. Chassés de leurs bourgeons, ils tendent toujours à revenir instinctivement vers le centre de l'arbre, et ils tombent surtout, par conséquent, vers le centre du carré de toile étendu. »

Lecœur a raison si l'on opère par temps chaud et l'après-midi, mais normalement les Anthonomes

jusqu'au centre au cas où l'on voudrait entourer le tronc de l'arbre à secouer, et de se servir d'une perche terminée par un crochet garni de cuir ou de toile, afin d'éviter de meurtrir les branches pendant les secouages. Il faut opérer autant que possible le matin par temps doux et surtout quand il n'y a pas de vent. Le premier secouage doit être fait fin mars, le dernier entre le 15 et le 20 avril. On étend la toile sous l'arbre en la déportant du côté opposé au vent, et on imprime au Pommier des secousses brusques et modérées, de façon à casser le moins possible de boutons ; on brosse les Anthonomes avec les résidus de secouage vers le centre et on les jette dans un seau contenant du pétrole. Si l'on ne prend pas la précaution de brosser la toile après le secouage, beaucoup d'Anthonomes trouvent moyen de s'agripper à celle-ci et parviennent à s'échapper. Si l'on opère par temps ensoleillé, il est nécessaire d'aller très vite, car les Anthonomes s'envolent rapidement. Nous avons remarqué qu'au printemps on faisait tomber des arbres en même temps que des Anthonomes de nombreuses Coccinelles ; ces insectes étant des prédateurs très précieux pour la destruction des Pucerons, il va sans dire que dans la mesure du possible on évitera de les brosser sur la toile.

b. *Ramassage des fleurs roussies.* — S'il était efficace, l'anthonomage des fleurs roussies aurait une importance beaucoup plus grande que l'anthonomage des bourgeons que nous venons d'étudier. Malheureusement, les expériences que nous avons conduites dans ce sens nous permettent d'en douter.

Nous avons vu que le pédoncule des fleurs ne commençait à dessécher que le jour où celle-ci prenait l'aspect roussi, c'est-à-dire au moment où la larve avait fini de ronger tous les organes reproducteurs de la fleur. Nous savons également qu'à cette phase de dessiccation correspond la nymphose de la larve, suivie huit jours plus tard de l'éclosion, qui a lieu généralement sur l'arbre et non quand le clou de girofle est tombé sous le Pommier. Il est très possible que la sécheresse activant la dessiccation, la fleur anthonomée tombe quelquefois plus rapidement, et c'est probablement à la suite de telles circonstances que Decaux et Abel ont pu préconiser l'anthonomage des fleurs roussies. Mais c'est là, à mon avis, l'exception : quand la fleur tombe, nous l'avons constaté au cours de maints secouages, c'est que 8 fois sur 10 elle est vide, ou qu'elle contient une nymphe de parasite. Ces secouages, qui doivent être assez violents, ont en outre l'inconvénient de faire tomber bien des fruits déjà noués.

L'anthonomage des fleurs roussies n'est donc pas une opération à recommander ; les résultats en sont insignifiants. Reste le ramassage direct des « clous de girofle », tel que le préconisent beaucoup de Traités d'Entomologie agricole ; certains auteurs vont même jusqu'à préconiser des sortes d'échenilloirs qui

se laissent choir en faisant le mort comme la plupart des Charançons ; le tropisme auquel il fait allusion n'a donc pas une grosse importance pratique, d'autant plus que lui-même préconise de faire les secouages pendant les matinées calmes, quand les Anthonomes sont occupés sur les petites branches à percer les bourgeons et à pondre.

permettraient d'enlever dans un bouquet les fleurs roussies ; nous doutons que cette méthode ait jamais pu être pratiquée dans les clos de Pommiers, elle est à peu près impossible sur les arbres à haute tige. Par contre, le ramassage à la main des fleurs roussies dans les vergers d'exploitation fruitière est une opération recommandable sur les quenouilles, les espaliers, les cordons ; d'ailleurs, là où l'on fait le beau fruit de table, il est facile en procédant à l'éclaircissement de supprimer les « clous de girofle », qu'on aura soin de mettre dans un seau ou tout autre récipient. Beaucoup d'arboriculteurs ont en effet la déplorable habitude de se contenter de supprimer les fleurs anthonomées sans les récolter, il en résulte que l'opération devient tout à fait inutile, le développement de la larve étant généralement assez avancé pour lui permettre de se nymphoser et de donner quelques jours plus tard un insecte parfait. La récolte des fleurs roussies est en même temps une excellente méthode de laboratoire, la plus sérieuse de toutes pour l'élevage et l'étude des pasites. Elle doit être pratiquée en Normandie entre le 15 et le 20 mai.

On n'a pas avantage à détruire les fleurs anthonomées que l'on a ramassées, il est bien préférable de les conserver pour avoir des parasites. Comme le recommande Decaux, il suffit de les placer dans une boîte recouverte d'une toile métallique à mailles d'un millimètre et demi ; de fin mai à fin juin, les parasites éclosent et s'échappent par les mailles de la toile et vont continuer dans la campagne leur action bienfaisante, tandis que les Anthonomes restent prisonniers dans la boite. Celle-ci devra autant que possible être placée sous un abri dans le clos même ou à proximité. En juillet, tous les parasites seront sortis, on pourra brûler tous les résidus afin de détruire les Anthonomes captifs.

Le ramassage des « clous de girofle » est, nous l'avouons, une opération longue et délicate, il est inutile d'y penser dans les régions cidricoles, où elle nécessiterait une main-d'œuvre considérable, à une époque de l'année où le cultivateur a beaucoup à faire, mais elle est intéressante pour les arboriculteurs producteurs de fruits à couteau et pour les propriétaires de jardins plantés d'arbres fruitiers.

2. — Bandes engluées (1). — Certains auteurs, comme Miestinger, conseillent de mettre des cordons de glu autour des Pommiers pour capturer les Anthonomes au moment où ils sortent de leurs quartiers d'hiver. Nous avons vu en étudiant la biologie de cet insecte, que contrairement à ce que pensaient certains auteurs, l'Anthonome vole avec la plus grande facilité et fait un large emploi de ses ailes, sous l'action des rayons solaires : il est vrai toutefois que sans le soleil l'Anthonome est beaucoup moins enclin à s'envoler, aussi nous ne nous étonnons pas que sous certains climats et certaines années, cette méthode ait pu rendre quelque service. Dans nos régions où à côté de journées maussades,

(1) Il existe un certain nombre de formules et de marques de glus, quelques unes pouvant s'appliquer directement sur l'écorce ; ces dernières sont préférables, à la condition qu'elles conservent leur viscosité et leur pouvoir adhésif pendant deux mois au moins.

les heures ensoleillées ne sont pas rares, les résultats sont en général insignifiants : l'emploi des cordons de glu réussit tout au plus à retarder légèrement la montée des Anthonomes et à engluer ceux qui grimpent le long du tronc, sans gêner ceux qui circulent au-dessus des bandes. Outre qu'au prix actuel des glus, ce traitement devient onéreux pour le propriétaire de Pommiers à cidre, il a en outre l'inconvénient de capturer beaucoup d'Insectes utiles, entre autres des Coccinelles (*Adalia bipunctata*) et des *Dromius* (Carab.) qui quittent également à cette époque leur retraite hivernale, alors qu'à l'automne il est si précieux dans la lutte contre la Chématobie, sans présenter le même désavantage.

3. — TRONCS ENGLUÉS — Pour les mêmes raisons, nous ne sommes pas partisan de la méthode qui consiste à enduire le tronc des Pommiers d'une glu quelconque et à faire plusieurs secouages dans le courant d'avril sans se servir de bâche ; les Anthonomes tombent sur le sol et en voulant regagner les branches s'engluent sur le tronc... à moins qu'ils ne s'envolent comme cela se passe souvent quand le moindre rayon solaire vient à briller. Cette méthode est plus rapide que l'anthonomage et nécessite moins de main-d'œuvre, mais elle est d'une efficacité douteuse, car elle exige l'emploi d'une grande quantité de glu, et devient rapidement onéreuse.

4. — PIÈGES-ABRIS. — DECAUX conseillait de mettre à l'automne au pied des Pommiers des fagots, des brindilles, où les Anthonomes devaient se réfugier et qu'il suffisait de secouer en décembre sur une toile pour en capturer un grand nombre. Nous avons essayé ce procédé, il ne nous a donné aucun résultat ; d'ailleurs l'étude même de la biologie de l'Insecte ne nous a-t-elle pas dit que l'Anthonome se cachait pendant l'été, on a donc chance de ne capturer de cette manière que les quelques Charançons qui quittent leur retraite estivale pour aller chercher dans les pièges-abris un meilleur quartier d'hiver.

C'est pourquoi nous préférons la méthode préconisée par KOROLBOV (1913) et BALABANOV (1916) qui consiste à entourer les troncs de ceintures de chaume, de chiffons ou encore de liens de paille superposés, mais à la condition de les mettre en place dès le mois de juin, de façon à ce que les Anthonomes prêts à estiver puissent s'y réfugier.

Ces pièges doivent être visités une première fois en juillet ou au début d'août et une seconde fois en novembre, après quoi il est inutile de les reposer. Il est nécessaire, au moment de la visite des ceintures, d'entourer le pied de l'arbre d'une toile fendue jusqu'au centre comme la nappe de secouage, de façon à recueillir les Anthonomes qui se laisseraient choir ; on secoue la ceinture sur la nappe, on balaie les insectes qui tombent, à l'exception si possible des Coccinelles et on les jette dans un seau contenant du pétrole.

L'emploi de ces ceintures, nous l'avons remarqué, n'est pas toujours possible dans les herbages plantés, les animaux ne manquant pas de les arracher,

surtout s'il s'agit de liens de paille, mais la méthode, peu coûteuse en somme, sans détruire de grandes quantités d'Anthonomes, étant donné leur grande dissémination dans la nature, est à retenir, car elle est susceptible de rendre quelques services les années où les Pommiers ont été particulièrement éprou v par ces ravageurs.

B. — Traitements chimiques.

Pour détruire l'insecte parfait, ou protéger les boutons contre les piqûres de l'Anthonome on a préconisé des produits très divers : l'huile de paraffine en solution, le vinaigre, le lysol, le chlorure de baryum, le seringage au lait de chaux, l'eau pétrolée, la nicotine, le sulfure de carbone, les fumigations d'acide sulfureux et plus récemment d'acide cyanhydrique. Les Anthonomes sont des insectes très résistants comme la plupart des Charançons d'ailleurs, et pour les détruire il faut des insecticides puissants et surtout il faut pouvoir les atteindre. Il faut avouer que les produits que nous venons d'énumérer n'arrivent pas à préserver les arbres de l'atteinte des Anthonomes ou ne parviennent tout au plus qu'à tuer quelques individus au moment de l'application du traitement.

Dans les régions cidricoles, il ne peut être question de traiter les pommiers avec des insecticides, le problème est très complexe : il y a en dehors de la question du prix de revient très élevé actuellement une question de matériel, que nos constructeurs ont insuffisamment résolue ; il ne faut donc pas songer de si tôt à voir pulvériser les Pommiers dans les clos normands. Pour l'arboriculteur la chose est différente, c'est pour lui que nous avons repris la question des traitements chimiques contre l'Anthonome.

Nous savons que pour pondre la femelle de l'Anthonome choisit les boutons à fruit qui s'ouvrent, que le premier soin de cet insecte, à son réveil printanier, est de rechercher les arbres en voie de débourrement, les bouts blancs comme disent les pomiculteurs, pour y enfoncer son bec et s'en nourrir. Si donc par un moyen quelconque on arrive à protéger les arbres qui débourrent jusqu'à leur débourrement complet et à l'écartement des boutons, on comprend sans peine que l'Anthonome sera sans danger pour eux. La période critique, en Normandie tout au moins, s'étend du 25 mars au 20 avril, en année normale, passée cette date les traitements que l'on pourra faire n'auront qu'une action sinon nulle, du moins très faible sur l'Anthonome et en tout cas ne permettront plus d'enrayer les dégâts.

Dans les essais que nous avons faits deux produits ont retenu notre attention, les bouillies sulfo-calciques et les arsenicaux, mais il est fort probable qu'on pourrait en ajouter d'autres, ces produits agissant plutôt comme préventifs que comme destructifs. Ce qu'il faut c'est un produit tenace et actif. Les bouillies sulfocalciques et les arsénicaux, notamment l'arséniate de plomb, ont en outre cet avantage de détruire ou d'éloigner en même temps d'autres

insectes nuisibles, et notamment les jeunes chenilles qui font éclosion à cette époque ; or on a intérêt pour diminuer les frais à rechercher des produits susceptibles d'enrayer le développement d'autres épiphyties. Pour avoir quelque chance de succès, l'opération doit être menée de la façon suivante, traiter au fur et à mesure dans l'exploitation les arbres qui débourrent à partir du 25 mars, et renouveler l'opération deux fois à huit jours d'intervalle. Il ne faut pas oublier en effet, que les bourgeons en s'épanouissant cessent d'être protégés par l'insecticide et qu'il est nécessaire de barrer la route au ravageur, qui ne manquerait pas d'en profiter. On aura avantage à se servir comme produit d'une préparation du commerce, comme il en existe quelques marques sur le marché, d'une composition définie et d'une valeur contrôlée. Au premier traitement la dose pourra être plus forte environ d'un tiers que pour les autres, et d'un tiers de moins que pour les traitements d'hiver, c'est-à-dire que si l'on emploie par exemple une bouillie sulfocalcique à 3 p. 100 en hiver, on devra la ramener à 1,5 à 2 p. 100 pour le premier traitement et à 1 p. 100 pour les autres, en tenant compte toujours bien entendu de l'état de débourrement des sujets traités.

Nous avons eu l'occasion de visiter des vergers où les traitements avec la bouillie sulfocalcique étaient appliqués régulièrement et constaté les heureux résultats obtenus tant contre l'Anthonome que contre d'autres insectes, même contre le Puceron lanigère, qui à cette époque se réinstalle sur les parties aériennes des Pommiers et se trouve très gêné dans son développement par ces applications répétées.

La bouillie sulfocalcique ne tue pas l'Anthonome ainsi que nous l'avons constaté au cours de nos expériences, mais réussit à l'éloigner et permet à l'arbre d'effectuer sa floraison.

L'insuccès attribué par certains auteurs aux arsénicaux pour la destruction de l'Anthonome tient aux conditions dans lesquelles le traitement a été appliqué ; il est certain que si l'on se borne à faire une seule application sur le Pommier avant la floraison, on a peu de chance de réussite, à cause de l'épanouissement progressif des bourgeons floraux. D'ailleurs si les arsénicaux rendent en même temps des services dans la destruction des petites chenilles tordeuses et autres qui s'attaquent aux bourgeons, nous avons constaté qu'ils se montrent généralement moins efficaces contre l'Anthonome, leur action étant plus directe, mais moins durable que celle des bouillies sulfocalciques.

Ces traitements sont facilement applicables sur les cordons, les espaliers et les quenouilles, on a avantage à les faire le matin et à opérer par beau temps, de manière à atteindre beaucoup d'Anthonomes qui se montrent plus actifs les journées ensoleillées.

C. — Traitements préventifs et soins culturaux.

Les traitements préventifs et les soins culturaux intéressent davantage tous les pomiculteurs. Nous avons dit et répété à maintes reprises au cours de cette étude qu'il fallait que le coût des traitements soit en rapport avec la valeur des produits à obtenir. Pour cette raison surtout nous avons écarté successivement toute une série de méthodes dont les auteurs étaient en général placés dans des conditions très différentes de celles dans lesquelles nous nous trouvons au lendemain de la guerre. Et c'est pourquoi devant l'évidence même des faits, devant les objections justes des intéressés eux-mêmes, nous en sommes arrivés à penser que dans les conditions présentes seule pouvait être préconisée une méthode destinée à mettre les arbres en état de mieux résister aux attaques des Insectes, à leur donner une vigueur qui leur manque trop souvent, en un mot une méthode qui permette de soigner son clos, sans que les autres travaux de la ferme en souffrent.

Nous sommes convaincus que si l'entretien des Pommiers était non pas comme il l'est à l'heure actuelle une mesure exceptionnelle, mais devenait une mesure générale, le nombre non seulement des Anthonomes, mais encore de beaucoup de ravageurs du Pommier diminuerait rapidement et que même sans le secours de traitements spéciaux la production en serait fortement accrue.

Enfin il est un point que je m'en voudrais de passer sous silence, c'est la question des variétés de Pommiers. Je ne crois pas qu'on puisse citer de variétés à proprement parler résistantes, car l'Anthonome ne semble pas avoir de préférence marquée, mais il est certain que sous certaines conditions tout à fait spéciales, sinon à chaque plantation, du moins presque à chaque localité, quelques variétés se trouvent généralement préservées alors que les autres sont toujours plus fortement attaquées. C'est encore dans la biologie de l'insecte qu'il faudra, à mon avis, en chercher la raison : l'Anthonome sorti de son quartier d'hiver s'attaque aux bourgeons qui débourrent et pond dans les fleurs à peine formées, jusqu'à la libération complète de ses ovaires. Or il peut arriver que par suite de la précocité de la végétation, les Pommiers de deuxième et troisième saison aient débourré plus tôt que d'ordinaire, de ce fait, cette année-là beaucoup de fleurs de ces Pommiers normalement tardifs se trouveront anthonomées. Au contraire, si le printemps est mauvais, le débourrement se fait plus tard et seuls souffrent de l'attaque de l'Anthonome les Pommiers de première saison et quelques-uns de deuxième. Normalement donc ceux de première saison semblent se présenter dans les plus mauvaises conditions, et ceux de troisième saison dans les meilleures conditions pour résister à l'attaque de l'Anthonome.

Devrons-nous pour cela éliminer de nos clos les Pommiers de premièr

et de deuxième saison ? Nullement, car rien ne dit qu'ils ne nous donneront pas les meilleures récoltes et puisque d'autre part en cas de pullulation de ravageurs nous avons des armes pour lutter contre eux, c'est à nous d'en user ; nous ne saurions concevoir en effet un clos de Pommiers de troisième saison mal tenus, produisant bien, alors qu'un clos de première saison bien tenu produirait mal.

VII. — Peut-on prévoir les pullulations d'Anthonomes?

La prévision des pullulations de ravageurs est d'une très grave importance au point de vue pratique : il y a en effet un intérêt primordial pour le cultivateur à savoir si ses cultures auront à souffrir de l'attaque de quelque animal nuisible et dans quelle mesure elles le seront. Quand il s'agit d'insectes, à notre avis, la chose est possible avec un certain degré d'approximation pour quelques espèces tout au moins, car il est des facteurs comme la multiplication des parasites et des prédateurs, les intempéries, la courbe de température, auxquels la vie des êtres ne peut se soustraire et qui influencent d'autant plus leur pullulation qu'ils effectuent davantage leur développement à l'air libre. L'Anthonome du Pommier est de ce nombre, pas plus que les autres, il ne saurait échapper à la loi commune de l'équilibre, qui veut qu'il domine jusqu'au jour où ses ennemis le domineront à leur tour. C'est à nous qui voulons le rendre inoffensif dans nos vergers, d'essayer par des moyens appropriés, de précipiter le mouvement et de faire pencher la balance du côté qui nous est favorable.

Comme moyens de prévision des pullulations d'Anthonomes, nous proposerons les suivants, basés sur nos observations biologiques : les essais de secouage, l'observation de la température du 25 mars au 25 avril et pendant la période d'hivernation, et l'élevage des parasites.

Les essais de secouage doivent être faits dans les conditions suivantes : choisir au hasard dans des coins différents du clos trois ou quatre arbres de bonne taille, les secouer sur une grande nappe comme nous l'avons précisé à propos de l'anthonomage, opérer vers 10 heures du matin par beau temps, faire le secouage vers le 1er avril, compter approximativement les Anthonomes qui tombent et les détruire : si pour un arbre de force moyenne (trente ans) le nombre des Anthonomes recueillis est de l'ordre de plusieurs centaines ou davantage, on peut s'attendre à une forte pullullation, et il y a lieu de secouer tout au moins les Pommiers de première saison et quelques-uns de deuxième saison : l'anthonomage dans ce cas pourra rendre quelques services. Si l'on est en présence de Pommiers à couteau à hautes tiges, il ne faut pas hésiter à généraliser la méthode et même à traiter. Si l'on ne capture que trente, quarante, même cinquante Anthonomes, pratiquement on n'aura pas à s'en occuper.

Il faut ensuite noter d'une façon assez précise la température entre le 25 mars et le 25 avril, et suivre le débourrement des Pommiers. Si le début

d'avril est pluvieux, et surtout si les pluies surviennent après une fin de mars froide, on a peu à craindre d'être gêné par l'Anthonome, en tout cas les arbres de première saison seront généralement préservés, au contraire si le beau temps persiste les Anthonomes sont plus actifs et la ponte s'effectue dans de meilleures conditions, surtout sur les arbres de deuxième saison. Si mars est chaud, la première quinzaine d'avril froide, la deuxième quinzaine chaude, ce sont surtout des arbres de troisième saison qui sont attaqués. Il est bien difficile en pareille matière, nous le reconnaissons, de donner des bases fixes, mais il est une chose certaine, c'est que la température en réglant le débourrement influence la ponte de l'Anthonome du Pommier et qu'en général il y a moins de dégâts les années où le printemps est mauvais.

Pour les pullulations d'Anthonomes, la température pendant la période d'hibernation n'est pas moins importante. Nous avons signalé parmi les ennemis de ce ravageur une moisissure, *Sporotrichum globuliferum*, qui jouait un certain rôle dans le destruction des Anthonomes. L'humidité favorisant le développement des champignons entomophytes, il s'ensuit que si l'automne et l'hiver sont secs et froids, la moisissure attaquera peu d'insectes hivernants, tandis qu'elle sera abondante si l'hiver est humide et doux, et en fera périr un grand nombre.

Le troisième moyen de contrôle est l'élevage des parasites, préconisé déjà par quelques auteurs pour la prévision des pullulations de certains insectes, tels que l'Hyponomeute du Pommier (*Hyponomeuta malinella*). Il suffit pour cela de procéder une année de forte attaque au ramassage des fleurs anthonomées, ainsi que nous l'avons préconisé plus haut, on recueille au hasard sur une dizaine d'arbres environ un millier de « clous de girofle » intacts, on les met dans une boite couverte non d'une toile métallique, mais d'une mousseline ou d'une vitre, en ayant soin dans ce dernier cas d'aérer la boite par des fenêtres latérales garnies de mousseline, afin d'éviter les moisissures. Vers le 15 juillet on procède au comptage des parasites éclos qui à peu près tous seront morts : s'ils sont nombreux (plus de 10 p. 100) on peut s'attendre à voir le nombre des clous de girofle diminuer dans une forte proportion l'année suivante, s'il y en a peu, il y a lieu de craindre une nouvelle pullulation d'Anthonomes. Il ne s'agit ici nullement de favoriser la dissémination des parasites, comme l'indiquait déjà DECAUX, mais de s'en servir comme méthode de contrôle, pour se rendre compte dans quelle proportion ils existent ; c'est la raison pour laquelle il faut les retenir prisonniers dans la boite avec les Anthonomes et ne pas les recouvrir d'une toile métallique, qui leur permettrait de s'échapper.

Sans vouloir attribuer à ces divers moyens de contrôle une valeur supérieure à leur valeur réelle et prétendre qu'il soit possible avec les données que nous avons sur la biologie des insectes de prévoir à longue échéance les pullu-

(1) La présence fréquente, dans les clos et les vergers, des Oiseaux insectivores tels que la Sittelle, le Pic-Vert, les Mésanges, est souvent aussi une indication de l'abondance des Anthonomes.

Anthonome du Pommier (1 génération par an).

BIOLOGIE		MOYENS DE LUTTE			
Dates.	Mœurs.	Dates des traitements	Régions cidricoles (fruits à cidre).	Arboricult. fruitière (fruits à couteau) — Arbres à hautes tiges.	Arboricult. fruitière (fruits à couteau) — Quenouilles, cordons, espaliers.
Fin sept. à fév.	Hibernation	Novembre à février	Soins culturaux, engrais, aération du pied, nettoyage des arbres, enlèvement du bois mort, suppression des vieux arbres, remplacement des mauvaises variétés. Grattage des écorces, suppression des Mousses et des Lichens, badigeonnage ou pulvérisation des troncs et des grosses branches au sulfate de fer.		
		Fin février.		Traitements d'hiver communs aux arbres fruitiers.	
15 au 25 mars	Sortie des Anthonomes.				
25 mars au 10 avril	Accouplement Commencement de la ponte		Essais de secouage des arbres à bouts blancs (méthode de prévision).	Premier traitement.	
30 mars au 30 avril	Ponte	30 mars au 20 avril	Anthonomage des bourgeons. = Mesure exceptionnelle (2 ou 3 secouages) en cas de pullulation possible.	Traitements au fur et à mesure du débourrement (le dernier vers le 15 avril).	
10 avril au 25 mai	Développement de la larve				
15 mai au 5 juin	Nymphose	15 au 25 mai	Ramassage d'un millier de « clous de girofle » (méthode de prévision des pullulations par élevage des parasites en boîtes fermées).	Ramassage des fleurs roussies (élevage des parasites), boîtes couvertes de toile métallique.	
25 mai au 15 juin	Insectes parfaits et parasites.				
Juin	Activité des Anthonomes (s'attaquent au feuillage du Pommier).	Vers le 15 juin	Mise en place des ceintures-pièges.		
Juillet à sept.	Estivation de l'Anthonome	Juillet	Comptage des parasites (proportion)	On brûle les déchets des boîtes d'élevage.	
		Fin juillet	Première visite des ceintures-abris.		
Septembre	Réveil accidentel de l'Anthonome.				
Octobre	Hibernation		Enlèvement des pièges-abris.		

lations, nous pouvons dire que cette méthode que nous venons de décrire nous donne des indications précieuses, qui, combinées, permettent tout au moins d'une année sur l'autre de prévoir les grosses pullulations d'Anthonomes dans un verger et de prendre en temps utile des mesures appropriées telles que l'écorçage, le chaulage des troncs, le nettoyage des Pommiers, auxquels on apportera d'autant plus de soin que la pullulation s'annoncera plus redoutable.

Résumé.

En vue de fixer les idées sur l'état actuel de la question de l'Anthonome, nous avons réuni dans un tableau les observations importantes au point de vue pratique, que nous avons développées dans le mémoire ci-dessus. (Voir page 41.)

Conclusion.

Tels sont les résultats de mes observations sur l'*Anthonomus pomorum*. Je n'y ai parlé que du Pommier et surtout du Pommier à cidre, mais n'était-ce pas mon devoir en étudiant cet insecte dans le pays même des Pommiers et n'est-ce pas en Normandie, qui doit au Pommier une partie de sa richesse, qu'est née la question de l'Anthonome ?

Nous avons vu que ce Charançon, dont l'étude biologique nous a fait connaître des particularités si curieuses, n'était pas à proprement parler un fléau et qu'en aucune façon, si étendus puissent être ses ravages, il ne saurait être comparé avec l'Anthonome du coton, son cousin d'Amérique. En somme il pratique parmi les fleurs un éclaircissement inconsidéré, qui nous oblige à le surveiller de très près et à enrayer si possible sa multiplication.

Envisageant la question des traitements, nous avons été amenés ici, comme d'ailleurs dans beaucoup d'autres questions d'Entomologie agricole, à distinguer la culture à grand rendement de la culture de choix, ou plus exactement à distinguer le producteur de fruits à 10, 15 ou 20 francs les 100 kilogrammes de celui qui vend ses pommes emballées dans de l'ouate et du papier de soie, à raison de 150, 200 et même 300 francs les 100 kilogrammes. Entre les deux il y a un abime, et c'est pourquoi ce qui est impossible au premier est souvent recommandé au second.

En somme, depuis les travaux de Hérissant, Henneguy, Decaux, la question de l'Anthonome s'est complètement modifiée ; nos idées ne contredisent pas celles de ces éminents spécialistes, elles ne sont que l'expression pure et simple d'un état de choses différent : il ne s'agit plus comme autrefois d'avoir surtout beaucoup de pommes, mais de produire de bons et beaux fruits. Même dans les régions cidricoles, comme le montrent les travaux de l'Association française pomologique, l'avenir n'est pas aux variétés de Pommiers qui plient sous le nombre des fruits, mais à celles qui donnent des pommes de belle

taille et un cidre de forte densité. Par suite de la crise de la main-d'œuvre, le ramassage des pommes est devenu un véritable problème dont on ne peut méconnaître l'importance : il importe donc d'avoir de nombreux kilogrammes de pomme avec un minimum de fruits.

Si donc, comme nous le lui conseillons, l'arboriculteur peut avoir recours à des traitements comme les bouillies sulfocalciques ou l'anthonomage, qui lui permettront en les répétant d'éloigner ou de détruire quantité d'insectes malfaisants, le cultivateur ne peut le plus souvent dans les conditions actuelles, que soigner ses arbres, essayer de leur donner la santé pour les rendre forts et résistants. Sans vouloir établir de lien de comparaison, pourquoi ne rappellerions-nous pas les résultats merveilleux déjà obtenus par les hygiénistes dans le domaine des maladies sociales, et pourquoi ce qui a été possible ici ne le serait-il pas ailleurs? C'est à nous, entomologistes, phytopathologistes et agronomes, de nous efforcer de mettre en lumière les forces agissantes qui concourent à diminuer les atteintes de nos ennemis et de trouver les règles fondamentales de l'hygiène végétale. Le jour où nous les connaîtrons exactement, on pourra dire que la Pathologie végétale et l'Entomologie agricole auront fait un grand pas.

BIBLIOGRAPHIE

1892. ABEL. — Notice sur l'Anthonome du Pommier (*Bull. Soc. Agric. de France*, p. 111, 116).

1914. BALABANOV. — Is a successful fight against *Anthonomus pomorum* possible? (*Rev. App. Entomology*, vol. II, série A, p. 464).

1915. — Cheap sticky-belts (*Rev. App. Entomology*, vol. III, série A, p. 215).

1915. — How to control *Anthonomus pomorum*. (*Rev. App. Entomology*, vol. III série A, p. 485).

1916. — On the question of the control of *Anthonomus pomorum*. (*Rev. App.Entomology*, vol. IV, série A, p. 495).

1917. BATALOV. — *Anthonomus pomorum* and its Control. (*Rev. Appl. Entomology*, vol. V, p. 566).

1882. BEDEL. — Faune des Coléoptères du Bassin de la Seine. (*II. Rhynchophora*, p. 295-299 et p. 128-131).

1912. CATONI. — Parassiti dell' *Anthonomus pomorum* L. osservati in Valle di Non (Trentino) (*Bull. Lab. Portici*, vol. VI, p. 148-150, fig. 1-2, Portici).

1913. COLLINGE. — The Food of some British Wild Birds (*A Study in Economic Ornithology*), London (Dulau) et C°, p. 103.

1891. DECAUX. — Insecte nuisible aux Pommiers et aux Poiriers : l'*Anthonomus pomorum*, ses mœurs avec de nouvelles remarques sur sa nymphose. Moyen rationnel de destruction. (*Rev. Sc. Nat. Appl.* (Soc. Nat. Acclim.), n° 6, 20 mars, 6 pages.

1892. DECAUX. — Le Pommier, ses principaux ennemis. Moyens de destruction (*Feuille Jeunes Natur.*, n° 261, p. 180-185).

1868. DESBROCHERS DES LOGES. — Monographie des Balaninidae et Anthonomidae d'Europe et des confins méditerranéens (*Ann. Soc. Ent. Fr*, p. 334-368, p. 411-470).

1861. GOUREAU (CH.). — Les insectes nuisibles aux arbres fruitiers, Paris, Masson, p. 11-14.

1891. HENNEGUY (L. F.). — Rapport sur l'histoire naturelle de l'Anthonome du Pommier et sur les moyens proposés pour sa destruction. (*Bul. Min. Agric.* 15 p.).

1904. HENNEGUY. — Les Insectes. — Paris (Masson).

1918. IMMS (A.-D.). — Observations on *Pimpla pomorum* Ratz, a Parasite of the Apple Blossom Weevil. (*Ann. Appl. Biol.* IV, p. 211-227, 1 plate, 1 fig.).

1874. KALTENBACH (J. H.). — Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten.

1915. KAZANSKY (A. N.). — *Anthonomus pomorum*, Moscou, p. 55-156.

1801. KNIGHT (T.-A.). — Treatise on Culture Apple and Pear, 674.

1914. KOLLAR. — Pests of orchards, Moscou, p. 1-93.

1914. KOROLKOV (D. M.). — Insects injurious to orchards and methods of fighting them. Moscou, fév. p. 69-74.

1913. KURDJUMOV (N. V.). — Trans. Poltava Agr. Expt. St. n° 18 (*Econ. Ent.*, IV, 165).

1920. KURTZ (C.). — Wirksame Bekämpfung des Apfelblütenstechers (*Landw. Mitt. f., Steiermark*, p. 212) (Abstract in *Zeitschr. Landw., Versuchswesen in Deutschösterreich* Vienna, XXIII, n° 1, 4, 1920, p. 37).

1865. LECŒUR (E.). — L'Anthonome du Pommier (*Anthonomus pomorum*). Mœurs, métamorphoses et moyens de le détruire. Argentan. Imp. du *Journal de l'Orne*, 20, p. 1, pl.

1912. LECŒUR (E.). — Influences atmosphériques sur la reproduction des insectes parasites du Pommier (*Bull. Ass. fr. pomologique*, I, p. 19).

1914. LESNE. — Insectes nuisibles aux arbres fruitiers (*Journ., Agr. prat.*, Paris, XXVII n° 19, p. 307-311).

1918. Maarschalk (H.). — Musschen en Appelbloesemkevers (*Tijdschr. Plantenziekten* Wageningen, XXIV, 4 Bijblad, p. 43-44).
1913. Marchand. — Maladies et parasites des arbres fruitiers (*Bulletin Museum d'Hist. Nat.*, Nantes, I, p. 21).
1911. Miestinger (K.). — Der Apfelblütenstecher und seine Bekämpfung (*Landes-Amts-blatt. Wien*, n° 3, 10 p.).
1923. Miles (H. W.). — Observations on the bionomics of the Apple-blossom Weevil *Anthonomus pomorum* Linn. (*Ann. App. Biol.*, X, 3 et 4, p. 348-369, 11 fig., 2 pl.).
1877. Perris. — Larves de Coléoptères, Paris, Deyrolle, p. 401 et 376.
1914. Picard (F.). — Les Champignons parasites des Insectes et leur utilisation agricole. — Montpellier (*Ann. Ecole nat. Agric.*, t. XIII).
1921. Regnier (R.). — Contribution à l'étude biologique de l'Anthonome du Pommier (*A. pomorum* L.) (*Bull. Assoc. fr. Avancement Sc.*, p. 1365-1368).
1923. Regnier (R.). — L'Anthonome du Pommier (*A. pomorum* L.). I. L'accouplement et la ponte. — II. Le développement de la larve (*Bull. Soc. Amis Sc. nat.*, Rouen, fév. et mars).
1897. Ritzema Bos. — De Appelbloesemkever (*Anthonomus pomorum* L.) (*Tidjschrift oven Plantenziekten*, 3e aft., p. 65-68).
1920. Schulz. — Beiträge zur Biologie des Apfelblütenstechers (*A. pomorum*) (*Zeitsch. Pflanzenkr.*, Stuttgart, XXX, 4-5, p. 193-194).
1920. Schulz. — Ergebnisse meiner Zuchtversuche an *Anthonomus pomorum* (*Entom. Blätter*, Berlin, XVI, 1-3, p. 16-20).
1920. Smits Van Burgst. — *Bracon discoideus* Wesm. (Hym.) een parasiet van de Appel-bloesenkever (*Anthonomus pomorum*) (*Entom. Ber. Nerderlandsche Entom. Vereen* La Haye, V, 97, p. 1-3).
1913. Sorauer (P.). — Handbuch der Pflanzenkrankeiten, III, Berlin, P. Parey, p. 554.
1909. Theobald (F. V.). — Insect Pests of fruit.

PLANCHE I

Fig. 1. — Dispositif pour l'étude du développement de l'Anthonome (sac de mousseline en place).
Fig. 2. — Grande cage d'élevage.
Fig. 3. — Anthonome attaquant un bouton au moment du débourrement.
Fig. 4. — Lésion causée dans la jeune fleur par la piqûre de l'Anthonome.
Fig. 5. — Position de l'œuf après la ponte.
Fig. 6. — Position de l'œuf avant l'éclosion (sur le côté une étamine rongée par l'insecte adulte à la partie supérieure).

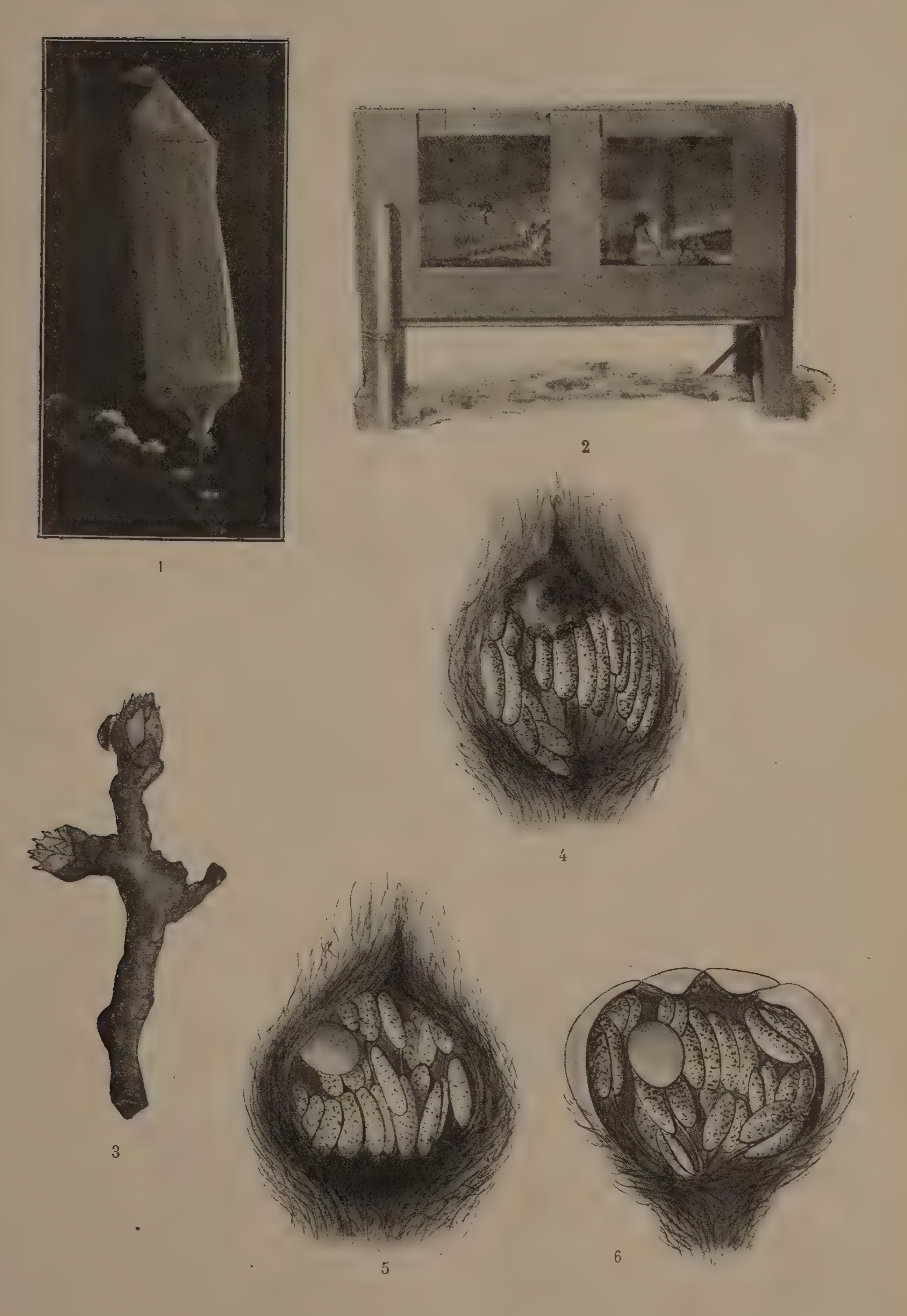

1
2
3
4
5
6

PLANCHE II

Fig. 1. — Secouage de printemps (au moment du débourrement).

Fig. 2. — Fleurs anthonomées : *a.* clou de girofle typique ; *b.* trou de sortie.

Fig. 3. — Feuilles de Pommier attaquées par l'insecte parfait (juin).


1
b
a
3
2

LES ESSAIS DE TRAITEMENT CONTRE LA MOUCHE DE L'OLIVE (*DACUS OLEAE* ROSSI)

DANS LES ALPES-MARITIMES EN 1923

par

R. POUTIERS, Chef de l'Insectarium de Menton.

ET

G. LARDAT, Préparateur à l'Insectarium de Menton.

Introduction.

Après avoir tenté dans la région de Menton diverses méthodes de lutte artificielle contre le *Dacus oleae*, nous avons plus spécialement dirigé notre attention vers la réalisation des derniers procédés employés par le Dr BERLESE en Maremme Toscane, depuis 1920.

Les difficultés que nous prévoyions pour les Alpes-Maritimes (1) se trouvaient en partie levées par les plus récents renseignements reçus du Dr BERLESE et, à la suite de la Conférence internationale de Madrid et sur les indications de M. le professeur MARCHAL, nous eûmes mission d'organiser, en été 1923, une série d'essais dans la région la plus favorable du Département.

Des crédits nous furent alors généreusement accordés par l'Office Régional Agricole du Midi, auprès duquel nous reçûmes tous les encouragements, grâce à la bienveillante intervention de M. Albert LAURENT, inspecteur général de l'Agriculture et de M. BELLE, directeur des Services agricoles des Alpes-Maritimes, qui, en maintes circonstances, nous apporta son précieux concours

Trouver à proximité de Menton un ensemble d'Oliviers se prêtant aux expériences n'était pas impossible, mais obtenir de chacun des propriétaires une adhésion et une aide éventuelle pour les essais compliquait singulièrement la besogne. La commune de Carros située au nord de Nice et dont l'oléiculture est l'une des principales ressources, fut choisie en principe pour être le siège des expériences.

M. le Dr BARBARY, maire de Carros, nous facilita singulièrement notre travail en provoquant des réunions successives des oléiculteurs, au cours des-

(1) R. POUTIERS et TURINETTI. — Observations biologiques sur la Mouche de l'olive et ses parasites dans la région de Menton (*Annales des Epiphyties*, t. VII, p. 396, 1921).

quelles furent exposées les méthodes de lutte contre la Mouche de l'olive et l'organisation du travail qui devait être entrepris au cours de l'été.

Dans un bel élan de solidarité, chacun promit son concours dans la mesure de ses moyens et les premiers traitements furent annoncés pour le début de juillet.

Le Syndicat agricole fut chargé de recruter les ouvriers en partie bénévoles et en partie rétribués (1).

La Compagnie du Chemin de Fer P.-L.-M. voulut elle-même contribuer à nos expériences en donnant sur son réseau la gratuité du transport de notre matériel de pulvérisateurs, de produits insecticides, et du personnel de notre laboratoire chargé de suivre les travaux. Nous lui exprimons ici nos remerciements.

Description de l'oliveraie. — Ses avantages.

L'oliveraie destinée à servir de champ d'expérience fut choisie dans les « plans » de Carros. Ces « plans » forment une petite plaine située au nord de Nice, à 20 kilomètres, sur la rive droite du Var qu'ils dominent d'une centaine de mètres. Ce plateau se trouve ainsi placé dans la région de France où les olives ont le plus à souffrir des dégâts de la Mouche. L'oliveraie présentait l'avantage d'un aspect topographique très varié devant permettre l'expérimentation des divers appareils dont nous disposions : certains étant à grand rendement mais nécessitant pour un emploi avantageux de grands espaces peu accidentés et d'autres ayant un rendement moindre mais permettant d'effectuer les traitements sur les terrasses étroites de la partie supérieure de l'oliveraie, inaccessibles aux gros appareils.

Un autre avantage de ce champ d'expérience et non des moindres, dans un pays aussi sec, était d'avoir, par la proximité du Var, un ravitaillement en eau, sinon facile, du moins assuré.

Il nous était indispensable aussi de posséder un champ d'expérience à proximité de Menton, afin de pouvoir nous y rendre souvent soit pour l'exécution et la surveillance des traitements, soit pour l'observation de leurs résultats.

L'oliveraie des plans de Carros étant assez isolée des oliveraies environnantes ne permettait guère la réinvasion de la Mouche que d'un côté, celui non traité et dans des limites utiles aux observations à faire.

Le Var coule en cet endroit suivant une direction nord-ouest-sud-est et l'oliveraie qui suit à peu près le flanc de la montagne, a une forme allongée dans la même direction.

(1) Nous ne pouvons assez dire la reconnaissance que nous devons au dévoué Président du Syndicat agricole de Garros, M. Gastaud, qui a été notre zélé collaborateur durant les trois séries de traitements ui furent réalisées au cours de l'été.

La partie nord-ouest de l'oliveraie, adossée à la montagne, est en terrasses, mais tout le reste est à peu près plat quoique formé, en général, de parcelles peu étendues (30 à 60 arbres en moyenne).

La partie traitée est divisée en trois tronçons par le lit de deux petits torrents, assez encaissés. Tout d'abord au nord les Ferrières, séparées par le vallon des Ferrières du plan de l'Émigré qui forme la partie principale du champ d'expérience. Au sud, se trouvent, « les Salles », séparée par un petit chemin du reste de l'oliveraie devant servir de témoin. L'ensemble de l'oliveraie comprenait environ 15 000 arbres, mais la partie soumise aux traitements se composait de 5 000 pieds d'Oliviers représentant une surface d'environ 100 hectares.

Principe de la méthode. Époque des traitements.

Le principe du traitement était celui préconisé par Berlese et de Cillis. Ce procédé a été expérimenté, sur de grandes étendues, en Grèce (1) et en Italie (2) en Maremme Toscane, où 4 millions d'arbres sont régulièrement traités depuis quatre ans. Les olives seraient, d'après le Dr Berlese, complètement indemnes de piqûres.

Il est basé sur cette observation que les femelles de *Dacus* doivent nécessairement s'alimenter avant de pondre, cette alimentation consistant en miellats ou liquides sucrés qu'elles trouvent généralement sur les feuilles de certains arbres ou dans le suc des fruits.

La méthode de lutte artificielle consiste à proposer à la Mouche un liquide qui l'attire grâce à une certaine proportion de sucre tout en l'empoisonnant par une certaine quantité de sel arsenical.

En voici la composition :

Eau	1 000	grammes.
Mélasse	100	—
Arséniate de soude	2	—

Berlese recommande particulièrement l'arséniate de soude très actif parce qu'il est soluble. En France toutefois, l'emploi des arséniates solubles étant interdit en agriculture, nous n'avons pu effectuer nos recherches qu'avec une autorisation spéciale du Ministère de l'Agriculture.

Une partie de nos essais consistait donc à la fois à confirmer l'efficacité de cette méthode et à l'adapter quant au nombre et aux époques de traitements, à la région des Alpes-Maritimes, où en vertu de la différence de climat, les divers stades du développement de la Mouche n'ont pas lieu aux mêmes époques qu'en Italie.

Mais conformément aux décisions de la Conférence de Madrid (par. IV) il était intéressant également de chercher si les arséniates solubles ne pourraient

(1) Isaakidès, *Rapport sur les travaux du service phytop. en Grèce*, 1900.
(2) Berlese. — La lutte contre la Mouche de l'Olive en Italie (*Congr. Oleic.*, Nice, 1923).

pas être remplacés sans inconvénient par un produit toxique autorisé. La seconde partie de nos essais fut donc d'exécuter les traitements avec un appât empoisonné dans lequel l'arséniate de soude à 2 p. 1 000 était remplacé par de l'arséniate diplombique à 2 p. 100. Nous avons choisi l'arséniate diplombique de préférence à l'arséniate triplombique parce qu'il contient une plus forte proportion d'arsenic que ce dernier et parce que, bien qu'insoluble, il se divise dans l'eau en particules très fines, donnant l'apparence d'une solution colloïdale. L'arséniate diplombique s'est d'ailleurs montré efficace en Gironde dans la lutte contre le Doryphore de la Pomme de terre.

Trois cents arbres de l'oliveraie de Carros ont été traités à l'arséniate de plomb, afin d'établir une comparaison avec ceux traités à l'arséniate de soude.

Les pulvérisations furent effectuées aux dates suivantes :

La première série eut lieu du 17 au 21 juillet 1923.
La deuxième du 16 au 21 août 1923.
La troisième du 17 au 21 septembre 1923.

La date de la première pulvérisation aurait dû être avancée de quelques jours, mais la période du 14 juillet aurait malencontreusement interrompu les opérations. Le *Dacus* commence en effet à pondre dans les premiers jours de juillet et le Dr Berlese, partant de cette observation, a avancé de ce fait la date des premiers traitements aux derniers jours de juin.

Description des appareils utilisés.

Trois appareils ont été utilisés au cours de ces traitements :

Un pulvérisateur Friend à moteur ;

Un pulvérisateur Vermorel à bât ;

Un pulvérisateur à seringue Standard.

Le pulvérisateur Friend (modèle Nuthree) comprend un réservoir de 500 litres et une pompe aspirante et foulante actionnée par un moteur à essence. Le tout, monté sur quatre roues, est attelé de deux mulets. Le remplissage du réservoir s'effectue automatiquement au moyen de la pompe à moteur. Dans le réservoir, le liquide est constamment agité par une palette actionnée par le moteur. Aspiré dans le réservoir par un tube muni d'une crépine, il traverse d'abord le manchon du moteur, jouant ainsi le rôle de réfrigérant, puis il est ensuite envoyé sous pression variable à volonté dans deux tubes de caoutchouc de 6 mètres de long terminés par une lance à main (Spray-Gun).

Un simple mouvement de rotation de la poignée permet d'obtenir soit un jet droit portant à 10 ou 12 mètres, ou un jet brisé plus court dont on règle la longueur à volonté, soit d'arrêter complètement le jet. La longueur du tuyau donne aux hommes qui tiennent la lance la liberté suffisante pour s'approcher des arbres qui sont un peu éloignés de l'appareil de pulvérisation.

Trois ouvriers sont nécessaires pour assurer le fonctionnement du pulvérisateur : un homme pour conduire les mulets attelés à la Daumont et deux pour tenir les lances.

Le pulvérisateur à bât est du type de ceux que l'on emploie pour traiter les vignes au sulfate de cuivre. Il est essentiellement composé de deux cylindres de cuivre dans lesquels on comprime de l'air jusqu'à une pression de 1^{kr},500 au moyen d'une pompe spéciale. Cette même pompe sert à introduire ensuite le liquide à pulvériser jusqu'à une pression de 4 kilogrammes, ce qui correspond à l'introduction d'environ 70 litres de liquide.

Le réservoir étant ainsi paré, il suffit d'ouvrir un robinet pour que le liquide, chassé par l'air sous pression, soit envoyé aux deux lances. Les rampes ordinaires des appareils Vermorel ont été remplacées par des lances simples, longues (2^{m},50 à 3 mètres) construites spécialement pour ces expériences et devant permettre d'atteindre aisément le milieu et parfois le sommet des arbres. Une équipe de trois hommes est nécessaire pour l'emploi de cet appareil. L'un d'eux conduit le mulet, les deux autres tiennent les lances. Porté par un mulet, ce pulvérisateur peut circuler sur un terrain même très accidenté.

Le pulvérisateur Standard est formé d'un cylindre de cuivre analogue à une grosse pompe de bicyclette et dans lequel coulisse un piston muni d'une poignée. Le liquide qui l'alimente est aspiré au moyen d'un tube de caoutchouc dans un récipient quelconque (arrosoir par exemple) indépendant du pulvérisateur et posé à terre. Grâce à différentes combinaisons de jets on peut obtenir des pulvérisations fines ou rapprochées, ou distantes et plus grosses. Un tel appareil peut évidemment être utilisé dans n'importe quel terrain. Un seul homme suffit pour le manœuvrer, mais il doit être aidé par un autre qui le ravitaille en liquide.

Cet appareil ne serait guère intéressant que dans les cas spéciaux ou les autres appareils auraient de la difficulté à passer. Mais dans la plupart des cas, il peut avantageusement être remplacé par la sulfateuse à dos d'homme, genre Vermorel dont l'emploi, comme nous le verrons à la fin de ce travail, a été généralisé en Italie par le Dr Berlese.

Organisation du travail.

Le champ d'expérience étant très étendu, trois points avaient été choisis pour servir de centre de ravitaillement, chacun commandant une zone de terrain à sa proximité. C'est à ces points-là que le mélange toxique était préparé et que les appareils venaient se ravitailler. La provision d'eau s'effectuait au canal du Var. Elle était puisée dans le canal du Var au moyen d'une petite pompe Vermorel et transportée dans des barils à dos de mulets jusqu'aux différents centres. Là, le mélange était préparé dans de grands tonneaux à un fond d'une contenance de 700 litres environ.

Les appareils travaillaient indépendamment les uns des autres. A chacun était affectée une équipe composée autant que possible des mêmes ouvriers qui purent acquérir ainsi une pratique complète et rapide des appareils qu'ils manœuvraient.

Afin d'éviter tout accident, on avait mis aux ouvriers des blouses blanches et des gants de caoutchouc, mais l'usage fit abandonner les gants qui entravaient considérablement le travail. Des avis du Maire, concernant les applications et les précautions indispensables à prendre pendant les traitements furent placardés dans le village et en quatre points de l'oliveraie. On ne constata du reste pendant toute la période des traitements aucun accident d'aucune sorte.

Rendement des appareils et prix de revient par arbre.

Le pulvérisateur à moteur est celui des appareils qui a traité le plus grand nombre d'arbres en une journée. Bien que nous ayons atteint un rendement supérieur, on peut estimer qu'il pourrait, dans des conditions normales moyennes d'état de terrain et d'éloignement des centres, traiter 1500 à 2000 arbres par jour.

Voici, avec des chiffres moyens, le prix de revient d'une journée de traitement avec cet appareil. A raison d'un demi-litre de liquide pulvérisé par arbre, la quantité d'eau nécessaire serait, d'après les quantités que nous avons employées, de 900 litres, soit deux fois la capacité du réservoir. Cette quantité peut être procurée en une journée par un homme et un mulet, soit :

1 homme avec mulet pour l'eau	40.
90 kilogrammes de mélasse à 35 francs les 100 kilogrammes	31,50
1kg,800 d'arséniate de soude à 8 francs le kilogramme	14,40
2 journées d'homme avec mulet à 40 francs	80.
1 journée d'homme sans mulet	15.
5 litres d'essence	8,50
0,5 d'huile	3,50
Soit au total	192,40

ce qui fait par arbre une moyenne de 0 fr. 10 et pour les trois traitements 0 fr. 30 en chiffres ronds.

(Ces chiffres sont certainement trop élevés car nous avons compté un demi-litre de liquide par arbre alors que Berlese ne distribue que 200 à 300 centimètres cubes au maximum.)

Pour une journée de travail où l'on traiterait 1 800 arbres avec 450 litres de liquide :

Transport de l'eau demi-journée d'homme avec mulet	20.
Mélasse 45 kilogrammes à 35 francs les 100 kilogrammes	15,75
Arséniate de soude 0kg,900	7,20
2 journées d'homme avec mulet	80.
1 journée d'homme sans mulet	15.
5 litres d'essence	8,50
1/2 litre d'huile	3.
Soit au total	149

ou 150 environ, ce qui donne un prix de revient de 0 fr. 08 par arbre et 0 fr. 25 par arbre pour les trois traitements.

Dans des conditions normales, l'appareil à bât pourrait employer 5 charges de 70 litres dans la journée, soit 350 litres de liquide permettant de traiter de 750 à 1 000 arbres; le prix de revient d'une telle journée de travail serait de :

1 journée d'homme et mulet (conducteur)	40.
2 journée hommes sans mulet	30.
Transport de 350 litres d'eau (une journée)	15.
35 kilogrammes de mélasse	12.
0^{kg},700 arséniate	5,60
Soit au total	102,60

et, suivant que l'on traite 750 à 1 000 arbres, le prix de revient varierait de 0 fr. 10 à 0 fr. 15 par arbre, soit pour les trois traitements 0 fr. 30 à 0 fr. 40. Ce prix de revient serait donc légèrement supérieur à celui des traitements au moteur si l'on ne tient pas compte de l'amortissement de l'appareil et de son entretien.

Quant à la sulfateuse Vermorel elle serait certainement de beaucoup la plus économique puisque, d'après Berlese, en un jour une sulfateuse peut traiter 1 000 arbres, avec 300 litres de liquide pour une dépense de :

Transport de 300 litres d'eau	15.
30 kilogrammes de mélasse	11.
600 grammes d'arséniate	4,80
Une journée d'homme	15.
Total	45,80

soit 0 fr. 045 par arbre et 0 fr. 15 environ pour trois ou quatre traitements.

Ces chiffres ne sont d'ailleurs donnés qu'à titre indicatif, puisque nos essais ont simplement porté sur l'emploi du pulvérisateur à moteur, de celui à bât et de la seringue pour laquelle il n'est pas utile d'établir un prix de revient; en effet, si cet appareil est pratique pour la pulvérisation d'arbres élevés et peu nombreux, l'emploi n'en peut être généralisé sur de grandes étendues, par suite des difficultés de ravitaillement ou de transport du mélange toxique.

Résultats.

A. ***Traitement à l'arseniate de soude.*** — Nous nous sommes rendus à différentes reprises dans le champ d'expérience de Carros, afin de suivre l'invasion du *Dacus* dans les différentes parties du terrain, traitées ou non traitées. Dans les parcelles A et Z aucun traitement n'avait été effectué, afin de se servir des Oliviers comme témoins. La récolte était sensiblement de même importance dans les divers lots d'Oliviers. Les Ferrières cependant portaient une récolte plus abondante.

En A, les Oliviers témoins portaient des olives piquées par le *Dacus* dès le 15-20 septembre, époque de la troisième pulvérisation. Dans l'oliveraie traitée,

par contre, on n'observait aucune piqûre, sauf en de très rares endroits, chemin des Salles, par exemple, en bordure du témoin.

Au milieu d'octobre, des prélèvements d'olives furent faits en différents

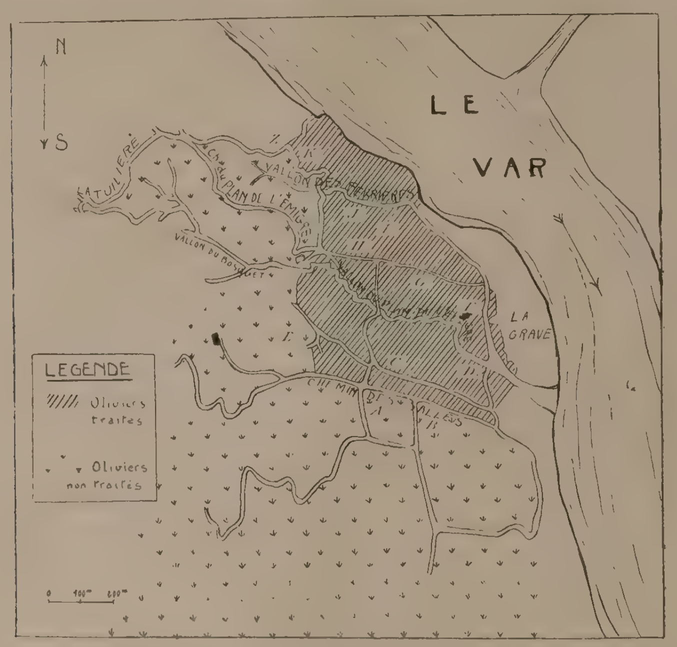


Fig. 1. — Plan de l'oliveraie de Cirros où furent effectués les essais de traitement.

endroits et le tableau ci-après donne la proportion d'olives saines et d'olives piquées, celles-ci d'ailleurs comprenant des olives avec piqûres anciennes ou piqûres récentes.

Résultats observés sur olives rapportées le 21 Octobre.

PARCELLE	OLIVES SAINES	OLIVES PIQUÉES	TOTAL	% D'OLIVES PIQUÉES	OBSERVATIONS
A	33	178	211	76,4	Témoin.
Z	31	63	94	67,1	Témoin entouré de parcelles traitées.
C	80	120	200	60,6	D'une façon générale, la plupart des piqûres sont récentes, mais dans les parties traitées, les olives piquées depuis plus de 15 jours sont l'exception.
D	213	130	343	37,9	
G	112	14	126	11,1	
K	124	98	322	30,4	
Moyenne.				35,00	

Le 6 novembre, des prélèvements furent faits qui vinrent confirmer les observations du 21 octobre. Les piqûres récentes étaient assez nombreuses, mais n'avaient pas altéré sensiblement la qualité des olives.

Beaucoup d'olives restaient encore sur les arbres alors que dans les lots témoins, le sol était jonché d'olives toutes piquées et prématurément mûries. Les prélèvements furent opérés principalement parmi les olives restant encore sur les arbres. Un orage survenu au cours de l'excursion dans l'oliveraie nous a obligés à interrompre les prélèvements ; ceux-ci furent continués une quinzaine de jours après, le 19 novembre, les olives n'étant encore prélevées que sur les arbres et les témoins ne portant plus aucun fruit. Voici les tableaux concernant les observations faites sur ces prélèvements.

Résultats observés sur olives rapportées le 6 et le 19 novembre.

	PARCELLE	Olives saines p. 100.	Olives piquées utilisables. p. 100.	Total utilisables. p. 100.	Olives piquées inutilisables. p. 100.	OBSERVATIONS.
6 novembre	A	13,2	32,7	45,9	54,1	Témoins : moyenne 65 p. 100.
	B	15,3	9,5	24,8	75,2	
	C	12,5	33,6	46,1	53,9	Moyenne 42 p. 100, soit : gain : 23 p. 100.
	D	49,1	20,9	70,0	30,0	
	E	0	0	0	100	Témoin.
19 novembre	F	46,3	17,1	63,4	36,6	Récolte moyenne, peu d'olives par terre.
	G	11,7	35,7	47,4	52,6	Très peu d'olives tombées.
	H	51,7	12,0	63,7	36,3	Beaucoup d'olives sur arbres, quelques-unes tombées.
	I	32,0	17,4	49,4	50,6	Très belle récolte. Beaucoup olives vertes sur arbres. Quelques-unes tombées.
	J.	17,3	14,1	31,4	68,6	Bonne récolte peu d'olives tombées.
	K	23,4	14,6	38,0	62,0	Très belle récolte.
	Moyenne...	30,5	18,5	49,00	51,0	Soit gain : 49 p. 100.

B. ***Traitements à l'arséniate de plomb.*** — Nous avons dit que les traitements à l'arséniate de plomb avaient été effectués aux mêmes époques que les autres. Jusqu'au 21 octobre, aucune piqûre n'a été observée sur les olives des arbres traités, alors que les Oliviers témoins environnants étaient déjà très attaqués. La protection de quelques Oliviers fut en outre assurée, involontairement mais de façon absolue, pendant la durée des traitements, par une cuve contenant la solution de mélasse et d'arséniatepl de omb, et cela jusqu'au 20 septembre.

A la date du 19 novembre, des prélèvements d'olives furent faits et quel-

ques piqûres constatées, bien que la plupart des olives fussent encore sur les arbres, la récolte étant très belle.

Voici les résultats des observations.

Résultats observés le 21 octobre et le 19 novembre.

DATES	Olives saines. p. 100.	Olives piquées utilisables. p. 100.	Total utilisable. p. 100.	Olives piquées inutilisables. p. 100.	OBSERVATIONS
21 oct...	»	»	»	»	Presque toutes les olives saines.
19 nov....	8,9	28,8	37,7	62,3	

Conclusions.

L'examen des tableaux ci-dessus comporte quelques observations. Les fruits furent récoltés au hasard sur les arbres et l'on nota avec soin l'état de la récolte dans les différentes parcelles examinées. Le 21 octobre, les arbres examinés portaient encore des olives, mais il y avait eu déjà beaucoup de chutes occasionnées par des piqûres, tandis qu'au dernier prélèvement toutes les olives étaient à terre dans les parcelles témoins, et impropres à faire de l'huile. D'ailleurs, la cueillette ne se faisant que beaucoup plus tard, ces fruits tombés prématurément sont toujours disparus au moment du ramassage. Dans les parties traitées au contraire, les premières piqûres ne furent observées que tardivement, à fin octobre, et quelques olives tombèrent des arbres vers la mi-novembre, laissant encore une bonne récolte dans l'ensemble de l'oliveraie. On sait que la génération tardive du *Dacus* (octobre-novembre) exige un temps beaucoup plus long pour accomplir son cycle évolutif, aussi les dégâts sont-ils moins rapides. De ce fait, la pourriture consécutive à la piqûre est plus lente à se manifester. Les journées rafraîchies et les nuits plus froides de novembre arrêtent tout ensemble le développement des larves de *Dacus*, et certaines subsistent pendant l'hiver, dans cet état jusqu'au printemps où elles reprennent une nouvelle activité et donnent dans des conditions favorables de saison une première génération de *Dacus* (1).

Le dernier traitement, du 15 septembre, a protégé l'oliveraie pendant quelques semaines; mais, l'été se prolongeant, a facilité le développement d'une génération tardive de Mouches et une quatrième pulvérisation eût dû être faite dans les premiers jours d'octobre ; le prix global du traitement n'aurait pas été sensiblement modifié de ce fait, tandis que les effets subséquents eussent été forcément améliorés.

Au reste, les chiffres du tableau du 19 novembre sont significatifs par eux-

(1) C'est pour éviter cette génération que l'on engage les oléiculteurs à faire la cueillette des olives tardives le plus tôt possible au printemps.

mêmes. A cette date, les Oliviers témoins ne portaient plus d'olives: tous les fruits tombés étaient d'ailleurs inutilisables ; tandis que la proportion d'olives tombées dans les différentes parties de l'oliveraie traitée était négligeable vis-à-vis de la grosse production restant dans les arbres. Le tableau nous montre que la proportion des olives piquées et inutilisables (toutes tombées) dans les témoins est de 100 p. 100, mais qu'elle varie de 36,6 à 68,6 dans la partie soumise aux pulvérisations. Le dénombrement des olives ayant porté sensiblement sur le même nombre à chaque prélèvement, on peut établir la moyenne arithmétique pour l'ensemble qui donne le chiffre de 51 p. 100 d'olives piquées. L'avantage obtenu serait donc environ de 50 p. 100.

La plus-value de la récolte justifie donc pleinement les dépenses peu élevées du traitement dachicide.

Les résultats donnés par les essais de traitement à l'arséniate diplombique sont sensiblement les mêmes, quoiqu'un peu inférieurs; l'avantage marqué par le dénombrement des olives piquées accuse le chiffre de 40 p. 100 environ. Les expériences sont encourageantes et tendraient à démontrer la valeur des arséniates insolubles dans la lutte contre le *Dacus*. Ce point est d'autant plus intéressant que la législation actuelle en interdisant l'usage des sels arsénicaux solubles s'oppose à la pratique des traitements contre la Mouche de l'olive ; en vérifiant l'efficacité des sels arsénicaux autorisés, le principe de la méthode est sauvegardé et permet l'application la plus étendue.

Tant que les essais de traitement seront entrepris sur des surfaces réduites (1), les résultats n'apparaîtront jamais avec plus de clarté. La réinvasion de Mouches provenant des zones non traitées limitrophes tendra toujours à rétrécir le cercle de l'immunité contre ces ravageurs. Et, d'ailleurs, cette immunité ne peut être, quoi qu'il en soit, que relative, et, en aucun cas, absolue, du moins dans les conditions normales de l'oléiculture. Tout au plus, pourrait-on réaliser une destruction presque complète du *Dacus* dans une île, mais en soumettant à un traitement dachicide, non seulement tous les Oliviers mais aussi les dépôts d'olives, les moulins à huile et tous endroits propres à assurer la conservation et la multiplication du *Dacus*, en dehors des zones d'Oliviers.

Les traitements, par pulvérisations, aussi bien que par tout autre procédé, ne tendent, en somme, qu'à un but : réduire le ravageur à un degré d'extension tel que son action n'exerce sur la culture qu'une influence économique négligeable. Ce but sera atteint si de puissantes et multiples associations de défense se lèvent en masse dans une sorte de croisade contre le *Dacus* et mettent en pratique un procédé de traitement qui assure en tout cas à l'oléiculteur une très large rémunération de ses efforts et de ses dépenses.

(1) En 1922 les traitements portèrent en Grèce sur 12 millions d'Oliviers, et en 1924, un million d'arbres seront traités en Italie dans la seule province de Porto-Maurizio.



Fig. 1. — Traitement d'Oliviers avec le pulvérisateur Friend (modèle Nuthree).



Fig. 2. — Traitement d'Oliviers avec le pulvérisateur Vermorel à bât.

ÉPIDIASCOPE POUR LE DESSIN,

EN GRANDEUR NATURELLE, AVEC AGRANDISSEMENT, RÉDUCTION OU RETOURNEMENT SYMÉTRIQUE DE DESSINS, DE PHOTOGRAPHIES OU D'OBJETS OPAQUES OU TRANSPARENTS

Par Bernard Trouvelot,

Ingénieur agronome, Docteur ès Sciences
Préparateur à la Station entomologique de Paris.

Les dessins faits à la chambre claire en cours d'études sont le plus souvent exécutés à des échelles très différentes, les uns donnant des ensembles, les autres au contraire des détails et encore parmi ceux-ci, les plus fortes variations de grossissement se rencontrent selon le degré d'analyse cherché. Lors de leur publication, il est souvent intéressant de pouvoir rassembler ces documents en un petit nombre de dessins plus complets, chaque croquis étant utilisé dans cette œuvre de synthèse pour les parties qu'il donne avec une netteté ou une précision toute particulière, ou pour le fragment qu'il représente dans une série continue ; des croquis faits à faible grossissement venant toujours fixer les contours généraux. Un tel travail de groupement, de juxtaposition et de superposition n'est possible que si tous les dessins ont été exécutés à la même échelle où se trouvent y avoir été ramenés ultérieurement (1).

(1) Avec un même microscope muni des mêmes objectifs et oculaires, les grossissements obtenus ne sont pas toujours rigoureusement semblables, surtout lorsque l'on opère sur des valeurs élevées ; ils dépendent en effet de l'épaisseur de la préparation examinée, du milieu qui la compose et de la finesse de la lamelle. En outre, comme le microscope ne donne pas une gamme continue de grossissements, mais seulement une série de points particuliers, il est impossible d'amener au moment du travail, des dessins à exécuter à la chambre claire à se présenter exactement à une échelle déterminée. On peut seulement y arriver lorsque les différences ne sont pas grandes, en éloignant plus ou moins de l'œil la tablette à dessin, mais alors on perd de la netteté et on se cause une grande fatigue de la vue, par suite des variations continuelles d'accommodations à effectuer en cours de travail. Une correction peut aussi s'obtenir en tirant plus ou moins le tube du microscope, mais elle n'est pas toujours des plus aisée à apporter, faute de crémaillère pour les mouvements lents. Mieux vaut faire les dessins élémentaires à des échelles différentes, voisines ou très distinctes les unes des autres, suivant les commodités de chaque cas particulier, puis les ramener tous à la même échelle au moment de leur groupement.

Ces remarques se montrent surtout importantes pour les recherches portant sur le mouvement de petits animaux, tels les Insectes. Certains actes : pontes, succions alimentaires, piqûres, accouplements, sont en effet des plus intéressants à connaître et surtout à fixer; or malheureusement on n'en trouve souvent dans les publications que fort peu de dessins, ceux-ci se montrant difficiles d'exécution. De quels précieux documents pour les études de biologie comparée on se trouve ainsi privé !

Lorsque l'on observe des Insectes à la loupe ou au binoculaire, il faut se dépêcher de prendre.

On peut obtenir une uniformisation d'échelle de dessins devant être comparés entre eux en les affectant, lors de leur clichage, de réductions différentes ; mais nous trouvons à ce procédé deux gros inconvénients. D'abord il ne donne pas de solution pour le groupement ou la superposition de croquis ; ensuite les dessins de même exécution mais inégalement réduits deviennent très disparates et ne peuvent plus être présentés côte à côte ; les uns ont de gros traits et une exécution trop large pour leurs dimensions, d'autres, au contraire, sont grêles et surchargés de détails. La seule solution serait alors de faire varier pour chaque dessin, à la fois la facture, le degré de précision et la grosseur du trait, en rapport avec la réduction à apporter. Un tel travail devient des plus délicats ; par cela même, il ne peut être conseillé. Il est préférable de faire les concordances d'échelles lors de la confection des dessins définitifs, d'exécuter ceux-ci avec la même facture pour chaque groupe de documents et les réduire également lors de leur clichage. La « tenue » de l'illustration obtenue sera bien meilleure et les frais de gravure se montreront moins élevés.

Souvent aussi les dessins d'étude donnent, selon les avantages des préparations, une face ou l'autre de l'objet observé. Lorsqu'il s'agit d'objets symétriques au moment de la confection des dessins définitifs, il est utile de disposer des croquis pris dans les deux sens ; la possibilité de retournement symétrique d'un certain nombre d'entre eux se montre alors fort avantageuse.

Enfin, pour des travaux demandant une illustration abondante, l'emploi prolongé de la chambre claire et du papier calque devient très pénible et demande un travail matériel considérable, d'où grande limitation du champ d'activité.

Ces différentes considérations nous ont amené à chercher un dispositif permettant d'utiliser pour l'exécution des dessins définitifs la projection lumineuse sur papier, des croquis documentaires ou même des objets originaux, en donnant alors du premier coup à l'image le sens et les dimensions désirés. Il suffira pour faire le dessin de suivre au crayon les contours projetés, comme on le fait à la chambre claire pour les images virtuelles, puis de repasser après à l'encre le canevas ou sous-trait obtenu. La juxtaposition ou la superposition de croquis de tous sens ou de toutes échelles devient alors des plus aisée.



Les appareils à projection de ce genre s'appellent des « épidiascopes ». Un modèle assez complet a déjà été réalisé par le professeur Berlese (1) à

en croquis les positions présentées et comme celles-ci sont souvent fugitives et que le sujet se déplace constamment, on ne peut guère dessiner des ensembles, mais seulement des fragments, des parties caractéristiques, et des schémas de gestes. On ne peut alors songer à réaliser pour chaque observation un grossissement fixé par avance, ni seulement, même à calculer chaque fois celui qui s'offre. Toute position doit être prise telle qu'elle se présente, et le plus rapidement possible. Ce sera à la composition à regrouper ces documents épars et à les mettre en valeur. Un dessin sur préparations fait à la chambre claire complétera, bien entendu, au point de vue morphologique ces croquis de gestes.

(1) Indications données par MM. Marchal et Gaumont.

Florence ; nous avons cherché diverses modifications à lui apporter pour lui donner des emplois encore plus variés.

Nous utilisons comme chambre noire un grand coffre vertical, en bois sur trois de ses faces, en drap noir sur une autre, haut de $1^{m},50$, large de 2 mètres, profond de 50 centimètres et dans lequel on peut pénétrer ; une table se déplace verticalement à son intérieur et porte le papier à dessin (Pl. I, fig. 1).

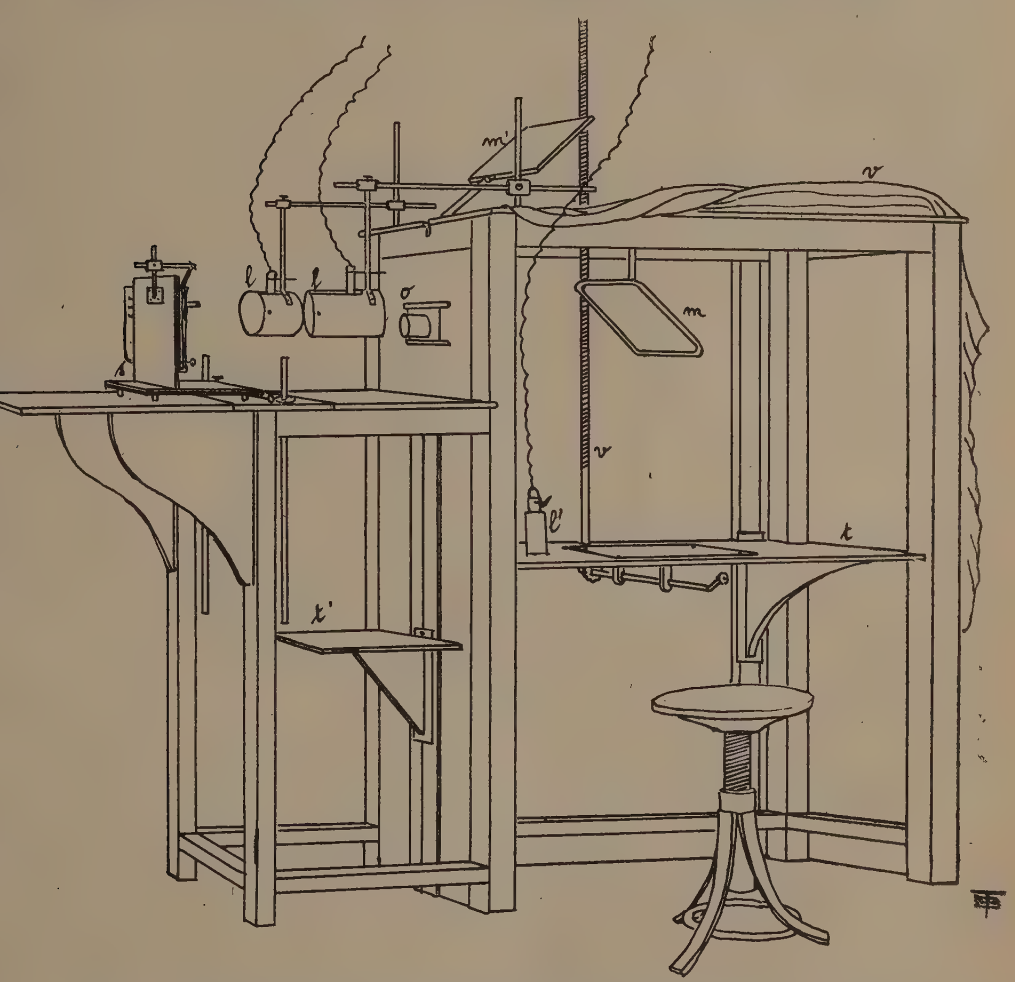


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'épidiascope disposé pour la reprise de dessins d'un livre. — *t*, Table à dessin. — *o*, Objectif. — *m*, Miroir. — *s*, Support sur lequel sont fixés les dessins ou les objets à dessiner. Il peut aussi recevoir des livres ; une pince à sa partie supérieure permet de les maintenir ouverts à la page voulue. — *l*, Lampes-phares. Elles sont placées ici dans la position leur permettant d'éclairer horizontalement. En les changeant de tringles on peut obtenir un éclairage vertical (dispositif de la fig. 2). — *v*, Vis sans fin servant à la manœuvre de la table. — *t'*, Tablette mobile destinée à porter les objets qui ne peuvent être fixés verticalement ou les dessins à retourner symétriquement. — *l'*, Lampe baladeuse pour éclairage des dessins. — *v'*, Voile de drap noir à rabattre sur l'opérateur.

Sur le côté gauche du coffre est accolé un bâti en bois avec table portant les objets à dessiner (livres, insectes, dessins, préparations) et les lampes qui les éclairent. Un objectif placé dans la paroi de la chambre qui les regardent en donne une image réelle ; un miroir à 45° la projette sur la table à dessin et en même temps la redresse.

Une *gamme continue* de réductions et de grossissements depuis un tiers pour les premières jusqu'à 30 pour les seconds en passant par la grandeur naturelle, est obtenue en faisant varier la distance séparant l'objet de l'objectif et en employant pour ceux-ci des complexes optiques de distances focales différentes, chacun assurant une partie de la gamme. Nous avons adopté les objectifs à distances focales suivantes : 7, 12, 45, 75 centimètres, le dernier étant indispensable pour obtenir aisément des réductions et même les grandeurs naturelles à une distance commode pour le travail, l'objectif 45 centimètres les fournissant trop près pour le dessin. Il faut choisir des lentilles extrêmement larges, afin d'avoir une grande luminosité des images. Nous employons des objectifs de photographie sauf pour le dernier qui correspond à de l'optique d'astronomie.

L'appareil une fois étalonné, étant donné un grossissement à obtenir, on choisit l'objectif approprié, puis on place le sujet à dessiner sur une division déterminée de la table support. On en cherche alors progressivement l'image en abaissant ou relevant lentement la table à dessin. L'opération devient, avec l'usage, très rapide.

Nous avons adopté la table à dessin mobile verticalement, afin de permettre au dessinateur, quel que soit le grossissement employé, de rester constamment à proximité du châssis portant l'objet pour pouvoir ainsi le déplacer avec sa main gauche, tout en regardant l'image, ce qui est très précieux pour la mise au point et surtout pour le raccord ou la superposition de dessins d'échelles différentes, la main droite assurant pendant ce temps-là la manœuvre de la table à dessin.

Pour obtenir les dessins retournés symétriquement ou pour avoir l'image d'objets qui ne peuvent être fixés verticalement sans inconvénients (animaux vivants, larves conservées dans un liquide), on place ceux-ci sur une tablette horizontale mobile dans le sens vertical. Il suffit alors d'abaisser en avant de l'objectif un petit miroir à 45° pour obtenir l'image désirée. Deux miroirs et un objectif assurent en effet le changement de sens (Pl. II, fig. 2).

L'appareil sert aussi à la projection de préparations transparentes avec un microscope selon un dispositif semblable à celui réalisé par Berlese (1) à Florence, puis par MM. Marchal et Vayssière à Paris. Le microscope est renversé horizontalement et son oculaire vient se placer dans l'ouverture de la chambre noire réservée aux objectifs de projection. Sans avoir à quitter sa place, tout en regardant l'image obtenue et en en examinant à loisir la netteté,

(1) Berlese (A.). — Un apperchio per disegnare al microscopio (*Redia*, vol. XV, 1922).

l'emplacement, la dimension, l'opérateur peut en cours du travail avec sa main gauche déplacer la préparation étudiée, en chercher les parties intéressantes, faire varier la mise au point, l'éclairage, modifier faiblement ou de beaucoup le grossissement obtenu. Les complications de manipulations causées par l'emploi de transmissions (cinq mouvements au moins à assurer) se trouvent ainsi complètement évitées. De même pour l'opérateur les grosses fatigues de la vue qui résultent de passages fréquents de l'obscurité à la lumière vive.

Une des difficultés du dessin, fait à l'obscurité sur des projections lumineuses comme de celui exécuté à la chambre claire, provient de ce que l'on ne peut reconnaître aisément les contours déjà passés ; toute visibilité du dessin s'obtenant aux dépens de celle du sujet. Nous sommes parvenus à tourner ce défaut en utilisant à l'intérieur de la chambre noire une petite lampe électrique placée au fond d'un cylindre opaque servant d'abat-jour, montée en baladeuse et donnant une très faible intensité lumineuse (ampoule de lampe de poche montée sur réducteur de tension) (1). En approchant ou éloignant cette lampe du dessin, on éclaire celui-ci plus ou moins et, grâce à une réduction d'intensité de la projection, on met en valeur les traits de crayon déjà effectués. Avec un tour de main vite acquis, on arrive en tenant le crayon de la main droite, la lampe de la gauche et en approchant ou éloignant régulièrement celle-ci, à dessiner très rapidement, avec peu de fatigue, et en n'omettant pas de traits ; pouvant aussi juger à tout instant du dessin obtenu on ne risque pas de s'arrêter sur une ébauche incomplète.

L'épidiacope représente évidemment pour un laboratoire une mise de fond assez élevée ; mais il permet une grande rapidité de travail et un meilleur rendement de celui-ci, or, ce sont là des points fort importants dans les recherches. Nous l'avons déjà largement utilisé à la Station entomologique de Paris, pour la confection de dessins par regroupement de croquis de détails pris sur des animaux vivants en état de perpétuel mouvement, pour la reprise avec changement d'échelle de graphiques faits sur papier quadrillé ou de dessins et de cartes donnés par des livres ; de même il nous a servi pour l'illustration de carton ou de tableaux de démonstration. Nous pensons que son emploi trouverait place dans les laboratoires où les travailleurs sont nombreux et qu'il faciliterait dans les publications la diffusion de ces documents si précieux et de valeur souvent même non remplaçable, les dessins.

Fait à l'Institut des Recherches agronomiques.

Paris, septembre 1924.

(1) Ces lampes ont l'avantage de rester absolument froides pendant leur fonctionnement, alors qu'une lampe ordinaire serait à cause de la chaleur dégagée beaucoup plus difficilement maniable.



Fig. 1. — Utilisation de l'épidiascope pour la projection de préparations microscopiques.

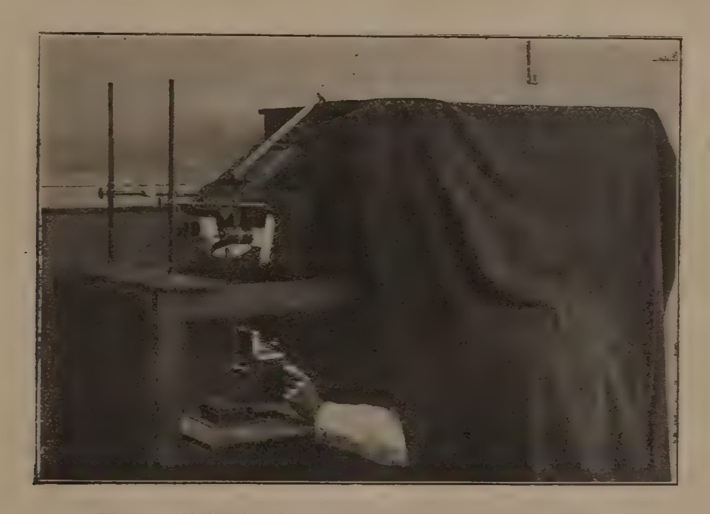


Fig. 2. — Utilisation de l'épidiascope pour le dessin de papillons.

L'opérateur est assis dans la chambre noire et dessine de la main droite : avec la main gauche il déplace la platine portant les deux papillons épinglés et les amène successivement à être au centre du champ de l'objectif.

Le Gérant : V. MARCHAND. Imp. CRÉTÉ. — CORBEIL.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE D'UN CHAMPIGNON ENTOMOPHYTE

SPICARIA FARINOSA (FRIES) var. *VERTICILLOIDES* FRON.

Par P. Voukassovitch.

Préparateur auxiliaire à la Faculté des Sciences de Toulouse.

L'étude des Champignons entomophytes (1), s'attaquant à l'Eudémis et à la Cochylis, est relativement récente. Tous les auteurs citent Sauvageau et Perraud (1893) comme les premiers ayant signalé la présence d'une moisissure blanche sur les chrysalides de la Cochylis, à Villefranche-sur-Saône.

(1) Pour plus de détails sur l'étude des champignons entomophytes voir notamment Paillot : Sur les microorganismes parasites des insectes (*Ann. serv. Epiph.*, p. 188-232, 1915).

La même moisissure fut identifiée par Bouvier comme *Isaria farinosa* Fries (un Hyphomycète dont on connaît la forme supérieure ascosporée, *Cordyceps militaris*, décrit par Tulasne). Depuis, ce champignon fut souvent trouvé comme parasite des chrysalides de l'Eudémis. En 1900, J. Laborde trouva dans les vignobles bordelais des chrysalides de l'Eudémis et de la Cochylis tuées et momifiées par des champignons ; il put identifier la présence du *Sporotrichum globuliferum* Speg. [*Beauveria globulifera* (Speg.) Vuillemin] ainsi que celle de deux *Isaria* nettement différents, mais qu'il ne détermina pas plus précisément.

En 1907, Schwangart reprit la question d'utilisation pratique des champignons. La Mucédinée qui lui servit, dans les expériences faites au Palatinat, fut rangée par lui dans les formes conidiennes de *Cordyceps* ; elle paraît identique à *Spicaria farinosa*, var. *verticilloides* Fron.

Les années 1911 et 1912 apportent toute une série d'études sur les Champignons entomophytes, à la suite d'une recrudescence très forte de l'invasion de l'Eudémis. En 1911, Fron en étudiant les champignons divers trouvés sur des chrysalides momifiées envoyées de différentes régions, isola quatre espèces, dont deux (*Citromyces glaber* et *Verticillium heterocladum*) lui parurent n'être que des saprophytes. La troisième était une espèce pathogène déjà bien connue : *Botrytis bassiana* Bals, Vuillemin (*Spicaria bassiana* Bals, Vuillemin). Au début, il rapprocha la quatrième espèce d'*Isaria densa* (Linck) Giard (*Botrytis tenella* Delacroix). Mais, le mode d'insertion des spores lui permettant de le ranger dans le groupe *Spicaria* tel que Vuillemin le comprend, il le plaça tout à côté de *Spicaria aphodii* Vuillemin dont il se distinguait par les caractères de la coloration et des dimensions des phialides, caractères qui le rapprochaient de *Botrytis Brongniarti* Sacc., espèce décrite par Brongniart et Delacroix, et qui parasite le Criquet d'Algérie. Il lui donna le nom de *Spicaria verticilloïdes* sp. n. Les cultures du même champignon, faites ultérieurement, donnèrent naissance à des formes agrégées des clavules, permettant de le placer dans le groupe d'*Isaria* et de le rapprocher d'*Isaria farinosa* Fries, mais dont il se distingue par la forme et les dimensions des spores, leur mode d'insertion et de disposition en chapelet, caractères lui permettant d'en faire une variété nouvelle.

Depuis, c'est ce champignon qui servit dans diverses expériences faites contre les chenilles de l'Eudémis et de la Cochylis.

Dans mes recherches, faites à Monlon durant deux hivers (1921-1922, 1922-1923) sur tous les exemplaires recueillis chrysalides et chenilles momifiées ou leurs parasites, je ne pus découvrir qu'un même champignon. M. Prunet, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, qui voulut bien se charger d'examiner mes cultures, reconnut qu'il s'agissait de *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron. C'est ce champignon que j'étudierai dans les pages qui suivent.

La description du champignon est donnée par Fron (1912); je ne la

reproduirai donc pas ici en entier. Sur des cultures que j'ai faites sur divers milieux nutritifs solides ou liquides, il présente un mycélium, à filaments stériles rampants, hyalins, imbriqués les uns sur les autres, qui se développe dans le milieu nutritif et qui est l'organe végétatif du champignon. Il donne naissance à des filaments fertiles, organes aériens de reproduction, portant des stérigmates ou phialides longs de 5 à 7 μ, renflés à la base, effilés au sommet et insérés par deux ou plus, au niveau ou à l'extrémité d'un filament. Ils portent des chapelets de spores hyalines, ovales, longues de 3 à 4 μ, et larges de 2 à 2,5 μ. Les filaments fertiles peuvent s'agréger, former des clavules. Dans tout l'exposé qui suit, je désigne sous le nom de mycélium les filaments infertiles qui se développent dans le milieu nutritif, et sous le nom de filaments fertiles, les filaments aériens qui portent les spores. Mais, je dois dire de suite que cette distinction est artificielle. Les filaments aériens, en arrivant au contact d'un milieu nutritif, pénètrent à l'intérieur de celui-ci et s'y développent comme le mycélium, pour donner, un certain temps après, de nouveaux filaments aériens.

Spicaria farinosa fut observé par FRON sur des chrysalides de la Cochylis et de l'Eudémis provenant de Carcassonne, de Béziers, de l'Indre-et-Loire, du Cher et de l'Allier. PAILLOT l'observa en Saône-et-Loire. On pourrait admettre sa présence dans toutes les régions viticoles et nous avons déjà vu que l'organisme étudié dans le Palatinat par SCHWANGART semble être le même. Je l'ai trouvé à Toulouse même, au cours de deux hivers, au Jardin d'Horticulture, où un grand nombre de chrysalides de l'Eudémis, notamment celles déjà parasitées, étaient toujours momifiées par lui. Mais j'ai pu surtout l'étudier dans le vignoble de Monlon, propriété de l'Institut agricole, et toutes les observations suivantes portent soit sur le même vignoble, soit sur des exemplaires qui y ont été recueillis. Dans cet endroit, j'ai observé le même champignon s'attaquant aux chrysalides et aux chenilles de l'Eudémis, comme à leurs parasites et hyperparasites.

ASPECT EXTÉRIEUR DES CHRYSALIDES TUÉES PAR *Spicaria farinosa* VAR. *verticilloides* FR. — L'aspect extérieur des chrysalides, tuées par le champignon varie suivant l'époque à laquelle le prélèvement est fait. Dans les premiers, à la fin du mois de novembre, rien ne permet, d'après l'aspect extérieur des cocons, de reconnaître si les chrysalides qu'ils contiennent ont été attaquées ou non par le champignon. En ouvrant ces cocons, on trouve la plupart de ces chrysalides plus ou moins desséchées et dures au toucher, la partie thoracique plus ou moins plissée, enfoncée ventralement. Leur couleur varie du vert au jaune clair, avec des taches olivâtres s'étalant irrégulièrement. L'intérieur des chrysalides se trouve réduit à une masse plus ou moins dure, granuleuse, quelquefois très blanche, mais le plus souvent jaune verdâtre. Cette masse n'est pas complètement collée contre les téguments, au moins dans la partie céphalique et, dans certains cas, un duvet très court y est visible. Dans quelques cas, les chrysalides sont trouvées encore molles, d'une couleur

verte un peu plus prononcée que chez les chrysalides vivantes, avec les mêmes taches olivâtres. Elles sont remplies d'une masse molle, souvent aussi d'un liquide brun.

Dans les deux cas, dès que les chrysalides sont mises dans les boîtes de Pétri, les filaments fertiles du champignon s'y montrent, le plus souvent avant quarante-huit heures, à la température de 15 à 16°. Ils sont surtout nombreux dans les parties thoraciques, où ils sortent sous les plis de la face ventrale en les bordant d'un épais duvet. Plus rarement ils apparaissent entre les segments de l'abdomen ou tout isolément. Ce duvet finit par envahir la majeure partie du corps de la chrysalide. D'abord simples, les filaments commencent à se ramifier à leur extrémité mais peu, et ils restent ordinairement à deux ou trois ramifi-



Fig. 1. — Chrysalides de l'Eudémis momifiées par le champignon *Spicaria farinosa*, var. *verticilloides* Fr.

cations. Ils finissent par atteindre 1 à 2 millimètres de longueur, en général trois à sept jours après leur apparition ; les ramifications transversales se forment sur toute la longueur des filaments et, ordinairement en quarante-huit heures, les stérigmates avec les spores elles-mêmes s'y développent. Les fructifications deviennent de plus en plus nombreuses et finissent par se confondre en une masse neigeuse, d'aspect floconneux.

Les prélèvements ultérieurs permettent de retrouver tous ces stades du développement, dans la nature même, seulement la durée en est beaucoup moins rapide. Ainsi, des chrysalides prélevées les 8 et 17 décembre, présentent des filaments blancs de mycélium le long des plis du thorax et entre les segments abdominaux, sans fructifications. Mais, dès le 19 janvier, après les pluies de fin décembre, certains cocons montrent déjà, à l'extérieur, des agglomérations blanches : les fructifications du champignon. Sur les chrysalides qu'ils con-

tiennent les mêmes agglomérations se trouvent en n'importe quelle partie de leur corps, mais surtout dans les régions céphalique et thoracique.

Le 15 février, la présence du champignon est très facile à distinguer sur les cocons et, le 1er mars, les masses blanches de fructifications revêtent tout leur pourtour, englobant souvent plusieurs d'entre eux. Si les cocons à chrysalides momifiées se trouvent parmi des écorces trop comprimées pour que les filaments fertiles puissent fructifier, ceux-ci s'insinuent à travers l'écorce, parfois sur une longueur de 5 à 6 centimètres, jusqu'à ce qu'ils rencontrent une surface plus large, ou une fissure, où ils forment des amas de fructifications.

Aspect extérieur des chenilles de l'Eudémis momifiées par le champignon. — Je n'ai observé qu'un très petit nombre de chenilles momifiées. Toutes ont été trouvées dans leurs cocons, plus ou moins dures, présentant un peu de duvet blanc soit dans la région antérieure, notamment la bouche, soit dans la région postérieure.

Aspect des chrysalides parasitées par des larves d'Hyménoptères et momifiées par le champignon. — L'aspect des chrysalides parasitées par une larve d'Hyménoptères et tuées par le champignon, varie suivant l'époque. Mais, sauf de très rares exceptions, dans les premiers prélèvements faits en novembre et en décembre, ces chrysalides présentent les caractères suivants : le corps allongé, les segments de l'abdomen étant étirés : les téguments desséchés, parcheminés d'une couleur terne, brun noirâtre, souvent avec des taches olivâtres. Une seule fois, j'ai pu remarquer même dans les prélèvements faits à la fin de l'hiver, la présence de duvet blanc, à l'extérieur de la chrysalide. En les ouvrant, on trouve les téguments réduits à la couche chitineuse, abritant une ou plusieurs larves d'Hyménoptères parasites, plus ou moins dures, momifiées, de couleur noire, verdâtre ou jaune foncé et envahies par un duvet plus ou moins abondant, réduit souvent à quelques filaments courts, contournés sortant du corps de la larve entre les segments, mais quelquefois aussi feutrés épais. Je n'ai jamais pu remarquer la présence de fructifications sur ce duvet qui, même bien développé, est toujours tassé, feutré.

Dans la majorité des cas, les larves trouvées sont tuées par le champignon une fois parvenues à leur taille définitive. Dans le cas où la chrysalide contient plusieurs larves parasites tuées, leur état de momification, plus ou moins avancé, indique qu'elles ont été tuées une à une, de proche en proche. D'ailleurs, j'ai pu observer un cocon d'Ichneumonide parasite des chenilles de l'Eudémis et hyperparasité à son tour. Il contenait douze larves dont certaines déjà tuées par le champignon, tandis que les autres, à l'une des extrémités du cocon, étaient encore vivantes.

Dès que les larves parasites sont mises dans un milieu humide, il se développe sur elles un duvet abondant de même façon que sur les chrysalides. Les

cultures, ainsi obtenues, sont remarquables par leur pureté ; en dehors de *Spicaria* étudié, jamais d'autres champignons ne s'y sont développés.

Essais de cultures artificielles de *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron. — Dans toutes les cultures faites au laboratoire avec les spores du champignon prélevées soit sur des chrysalides, soit sur des larves d'Hyménoptères parasites momifiées, je n'ai jamais pu observer qu'une seule forme du champignon, celle d'*Isaria.*

Le développement du champignon se trouve soumis à l'action des facteurs du milieu dans lequel il se poursuit ; mais, les résultats de l'action de ces facteurs varient, dans une certaine mesure, suivant les spores elles-mêmes, notamment suivant leur âge et la composition chimique de la culture sur laquelle elles se sont formées.

Parmi ces facteurs du milieu, j'ai pu, en partie, étudier l'action de l'humidité, de la température, du milieu nutritif.

° *Action de l'humidité.* — L'action de l'humidité est, en général, des plus importantes pour tous les champignons. Dans le cas du *Spicaria* étudié, les conditions optima du développement sont réalisées par un milieu saturé d'humidité. Dans un tel milieu, la fructification du champignon peut être encore plus active, si l'on place les chrysalides ou les larves momifiées en contact direct avec de l'eau. Ainsi, parmi des larves d'Hyménoptères parasites momifiées par le champignon, mises dans une boîte de Pétri et entretenues dans un milieu saturé d'humidité, un certain nombre d'entre elles est placé sur une goutte d'eau. Les rameaux fertiles apparaissent et donnent naissance aux fructifications en cinq jours, tandis que sur les larves placées à côté, c'est-à-dire n'étant pas complètement dans l'eau, les fructifications ne se forment que le huitième jour.

Le duvet se développe aussi bien sur les chrysalides que sur les larves d'Hyménoptères parasites complètement immergées dans l'eau. Dans un cas observé, sur ces larves placées sous une couche d'eau de quelques millimètres de hauteur, des filaments y ont paru en vingt-quatre heures. Ils ont grandi et sont arrivés à mesurer 3 millimètres de longueur après neuf jours. Ils étaient très grêles, sans ramifications, formant une sorte de chevelure ondulante tout autour de la larve, comme le duvet ordinaire. Vers ce neuvième jour, les filaments perpendiculaires ont commencé à toucher la surface de l'eau. Alors, un certain nombre d'entre eux ont continué à se développer, en rampant sur la surface, tandis que les autres sont sortis verticalement ; leurs extrémités ont commencé à se ramifier très activement et beaucoup plus que dans le milieu ordinaire ; puis, après quarante-huit heures, les fructifications ont commencé à apparaître et leur formation s'est poursuivie très activement.

Je n'ai pas étudié quel degré d'humidité est absolument nécessaire pour que le développement du champignon puisse s'effectuer, mais, en général, la

germination et la formation des filaments fertiles demandent un degré moins élevé que la fructification elle-même. Il est très facile de retarder celle-ci pendant un certain temps, en diminuant l'humidité du milieu. Ce temps dépassé, le duvet des filaments fertiles tombe, formant une sorte de feutrage appliqué contre la surface de l'organisme momifié ; semé dans un milieu saturé d'humidité, il ne peut plus donner naissance aux fructifications. Pour que le champignon fructifie, il faut que des filaments fertiles nouveaux se forment.

Dans le vignoble, j'ai pu remarquer l'existence de chrysalides couvertes de ce duvet feutré, appliqué sur la surface de leur corps, et qui n'a pas donné de fructifications, lorsqu'il a été mis dans le milieu humide. Quelques émissions successives de ce duvert fertile, qui ne peut fructifier par suite du manque d'humidité, peuvent épuiser complètement les réserves nutritives des organismes momifiés.

2° *Action de la température.* — L'accélération du développement du champignon est en rapport, mais non en relation proportionnelle, avec l'élévation progressive de la température jusqu'à 24° environ, température optimum ; puis, ce degré étant dépassé, l'action de la température devient brusquement défavorable d'abord en retardant, puis en arrêtant le développement du champignon.

A la température de 0 à 2 ou 3°, le développement est très lent. Les spores germent et le mycélium se développe dans le substratum nutritif ; le duvet apparaît très tardivement (vers le vingtième jour avec les cultures sur la pomme de terre et sur la viande), se propage très lentement, devient rameux. Le vingt-troisième jour après son apparition, soit le quarante-troisième après l'ensemencement, il ne présente pas encore de ramifications transversales qui portent les stérigmates. Mais, s'il est laissé à ce moment à la température de 9°, dans un délai de deux à trois jours, les fructifications apparaissent sur le duvet existant, les cultures se couvrent partout d'un nouveau duvet épais. La brusque formation de ce dernier montre que le mycélium a dû se développer dans toute la masse du substratum. Donc, la basse température, vers 0° environ, n'empêche ni la germination, ni le développement du mycélium ; par contre la fructification n'a pas lieu, mais elle est d'autant plus active, ensuite, dès que la température s'élève à 8 ou 9°.

Le développement du champignon est de plus en plus activé avec l'élévation de la température, jusqu'à 24° environ. Par exemple :

A la température moyenne de 14°, la fructification a lieu après 6 jours 17 heures (culture dans l'eau distillée).
A la température moyenne de 15°, la fructification a lieu après 5 jours 12 heures (culture sur carotte).
A la température moyenne de 16°,2, la fructification a lieu après 3 jours (culture dans l'eau distillée).
A la température moyenne de 21°,5, la fructification a lieu après 3 jours germination, dans 12 heures.
A la température moyenne de 23°,8, la fructification a lieu après 2 jours 20 heures (culture sur carotte).

Le vingt-cinquième degré dépassé, la fructification se ralentit ; à 25°,5,

les fructifications commencent après trois jours (culture sur carotte). A la température moyenne de 27°,5, les spores germent encore avant vingt-quatre heures à 30° environ, elles germent seulement après deux jours et demi, le mycélium n'arrive à mesurer après cinq jours que 0mm,2 à 0mm,4, puis il cesse de grandir, et peu à peu commence à périr.

D'après ce qui précède, on voit que la germination de spores et le développement du mycélium sont moins influencés par la température que le développement des filaments fertiles. Les spores germent de 0 à 35° et peuvent sûrement germer aussi au-dessous de 0°. Par contre, la fructification ne peut avoir lieu qu'au-dessus de 6 à 8° et au-dessous de 30° ; elle est optimum vers 24°.

3° *Action du milieu nutritif.* — J'ai essayé de cultiver le champignon sur un assez grand nombre de milieux nutritifs divers. Je donnerai, ultérieurement, un exposé complet des expériences faites, me bornant, pour le moment, à indiquer très brièvement quelques faits principaux observés.

Les réserves nutritives que les spores contiennent suffisent pour que, dans les conditions propices d'humidité, elles germent et donnent naissance à de nouvelles spores ; ce fut, par exemple, le cas des spores ensemencées dans l'eau distillée. Dans l'eau de source de Toulouse, trois à quatre cultures successives ont été possibles. J'ai pu remarquer alors que le développement du champignon a été plus rapide dans la deuxième culture que dans la première. Par exemple, les spores ensemencées pour la première fois dans cette eau germèrent et donnèrent les premières fructifications après six jours, à la température moyenne de 14°. Les spores ainsi obtenues ensemencées à nouveau dans la même eau fructifièrent après trois jours et demi, à la température moyenne de 13°,3. J'ai pu constater le même phénomène d'accélération avec d'autres milieux nutritifs, pauvres ou riches, mais il a eu lieu seulement dans les deux ou trois premières cultures successives, puis la durée du développement est redevenue normale.

Parmi les divers corps expérimentés, certains ont été particulièrement propices au développement de l'appareil mycélien, tandis que les filaments fertiles s'y sont développés peu ou pas du tout. Cela a été le cas des solutions de saccharose et de glucose. D'autres corps, comme le glycogène et le peptone, ont permis au champignon de se développer complètement et de fructifier abondamment ; même plusieurs cultures successives y ont été possibles, notamment dans la solution de peptone à 10 p. 100 où six cultures successives ont été faites, sans un sensible affaiblissement de la vitalité du champignon. En général, les meilleures cultures ont été obtenues avec les matières albuminoïdes seules (peptone, blanc d'œuf) ou sur les milieux qui en contenaient (milieu G. S. P.) (1), à part

(1) La composition du milieu G. S. P. est la suivante :

Peptone	1 p. 100
Glucose	3 —
Saccharose	5 —
Gélose	2 —
Eau distillée	100 centimètres cubes.

les solutions de glycogène qui ont donné aussi de très bonnes cultures. Cependant, le champignon s'est bien développé dans un milieu composé uniquement de sels minéraux et de saccharose (1).

Le champignon s'est aussi développé sur beaucoup de matières diverses, très fréquentes dans la nature, comme le bois et les feuilles pourries, les fruits gâtés, etc. Je n'ai jamais pu l'observer dans la nature même sur de pareils milieux. Cela doit provenir d'abord de ce fait que, pour fructifier, le champignon a absolument besoin d'un milieu continuellement très humide qui ne peut être réalisé que dans un endroit confiné, sous les écorces de la vigne, par exemple. De plus, ces divers milieux étant trop pauvres, le champignon ne peut pas s'y multiplier et y végéter longtemps, comme j'ai pu le constater dans les expériences faites au laboratoire.

Action de l'arsenic sur le développement du champignon. — Les sels solubles d'arsenic étant de plus en plus employés dans la lutte hivernale contre la Pyrale de la Vigne et contre certaines maladies cryptogamiques, il importe de savoir quelle action ces traitements, consistant en une pulvérisation abondante sur les souches, peuvent avoir sur le développement du champignon.

Dans ce but, j'ai ensemencé les spores de *Spicaria* dans des solutions de peptone contenant 1 p. 1 000, 0,5 p. 100 et 1 p. 100 d'arséniate de soude cristallisé.

Dans la solution à 1 p. 1 000, le champignon se développa normalement, la culture fut très bonne et il semble même meilleure que dans la même solution de peptone sans arsenic.

Dans la solution à 0,5 p. 100 d'arséniate, le développement fut retardé et la culture fut faible. Dans la culture à 1 p. 100, le champignon ne se développa pas.

D'après les résultats de cette expérience, le développement du champignon ne sera pas arrêté par des traitements faits avec des liquides contenant moins de 500 grammes de sels arsenicaux solubles par hectolitre d'eau.

Faculté germinative des spores. — La faculté germinative des spores varie suivant leur âge, et, surtout, d'après la manière dont elles ont été conservées.

a. *Variation de la faculté germinative des spores suivant leur âge.* — En

(1) C'est le milieu indiqué par Molliard que j'ai légèrement modifié et dont la composition a été la suivante :

Eau distillée	1 000 centimètres cubes.
Saccharose	20 grammes.
Azotate de potassium	2 —
Sulfate de magnésie	0 gr. 4.
Phosphate de sodium	0 gr. 945.
Su fate ferreux	0 gr. 047.
Sulfate de zinc	0 gr. 47.

général, plus les spores sont âgées, moins est élevé le nombre de celles qui germent et leur développement ultérieur est plus lent.

Les spores de cultures datant de vingt-neuf et quatre-vingt quatre jours ont été ensemencées sur des lamelles recouvertes par le milieu nutritif G. S. P. et entretenues dans les mêmes conditions d'humidité et de température (21 à 22°). La germination et les premiers stades de développement des spores prises sur la culture la plus ancienne de quatre-vingt quatre jours, a été environ de huit heures en retard sur le développement des spores de la culture plus récente. Par la suite, ce retard s'accentua pour être de vingt-quatre heures pendant la fructification.

Mais, les spores peuvent, très longtemps, conserver leur faculté germinative. Ainsi, celles prises sur des cultures complètement desséchées, faites les 15 février et 9 avril 1922 et ensemencées en janvier 1923, ont germé en partie, et ont donné de très bonnes cultures.

Cette expérience a été répétée en mai 1923. Les spores ont été prélevées sur des cultures de Pommes de terre faites en février 1922 dans des tubes de Roux et ensemencées le 11 mai dans de l'eau distillée et dans une solution de peptone. Dans certains tubes, les cultures, sur lesquelles les prélèvements ont été faits, étaient complètement desséchées ; dans les autres tubes, un peu d'eau restée au fond entretenait un milieu humide. Seules les spores prises sur les cultures sèches germèrent en partie. Dans l'eau distillée, la germination a été très tardive et a eu lieu vers le cinquième jour, temps suffisant aux spores fraîches entretenues à la même température et dans le même milieu pour germer, se développer et donner de nouvelles spores. La fructification eut lieu le huitième jour. Dans la solution de peptone, le développement a été également retardé et la culture très faible.

b. *Variation de la faculté germinative des spores suivant la manière dont elles ont été conservées.* — D'après la précédente expérience, on voit qu'un milieu sec est nécessaire aux spores pour qu'elles conservent leur faculté germinative. Dans un milieu humide, sans qu'elles soient mouillées, les spores, après un certain temps, ne peuvent plus germer. De même, les spores, mouillées durant un temps insuffisant pour que la germination ait lieu, puis laissées dans un milieu sec, semblent perdre, une fois séchées, leur faculté germinative, comme l'expérience suivante le montre :

Sur douze lamelles, des spores furent déposées dans une goutte d'eau pendante, et les lamelles laissées soit librement à l'air, soit sur des petits godets en verre pour que l'évaporation se fasse plus ou moins lentement, chez les unes durant deux à trois heures, et chez les autres durant dix à douze heures environ. Quelques jours après, sur les mêmes spores restées sur les lamelles, une goutte d'une solution de peptone fut déposée et ces lames furent mises dans un milieu complètement humide. Les spores ne germèrent pas. Dans la nature, la pluie ou la rosée, en humectant bien les spores durant un temps plus ou moins court, peuvent donc leur enlever leur faculté germinative.

Au point de vue de la contamination de l'Epidermis par les spores, ce fait me semble avoir une grande importance.

Un milieu complètement sec ne présente pas non plus de bonnes conditions pour que les spores conservent leur pouvoir germinatif. Par exemple, les spores prélevées, au cours de l'été 1922, sur les cultures faites en [illegible] de la même année, et conservées dans des tubes à sec, puis ensemencées en mars 1923, ne germèrent pas.

Pour me rendre compte jusqu'à quelle limite les spores, exposées à une température relativement élevée, dans un milieu complètement sec, peuvent garder leur pouvoir germinatif, l'expérience suivante a été faite.

Le fond d'un tube à essais fut garni d'une couche de 1 à 2 millimètres environ d'épaisseur du milieu nutritif [illegible] et ensemencé avec les spores en [illegible]. En un mois, la culture se développa, fructifia et le substratum fut complètement desséché. Le tube fut alors mis à l'étuve à la température de [illegible], [illegible], pour que les dernières traces d'humidité disparaissent. A intervalles égaux de vingt-quatre heures, les spores furent prélevées et ensemencées sur les morceaux de carotte stérilisés dans des tubes de Roux. Celui-ci était laissé au laboratoire, à la température moyenne de [illegible]. Les résultats obtenus furent les suivants :

Les spores prélevées le deuxième, troisième, quatrième jours après la mise à l'étuve se développèrent normalement : elles germèrent après vingt-quatre à quarante-huit heures, les filaments aériens apparurent après trois jours, les fructifications après cinq jours. Les spores prélevées sept jours après la mise à l'étuve ne germèrent que le quatrième jour ; les fructifications se montrèrent vers le dixième jour. Sur toutes les cultures faites ultérieurement avec les spores prélevées à partir du huitième jour après la mise à l'étuve, la germination et la fructification furent de plus en plus retardées. Par exemple, les spores prises le vingt-sixième jour germèrent en quatre jours et fructifièrent vers le [illegible] jour. Les dernières bonnes cultures furent encore obtenues avec les spores prélevées vers le cinquantième jour, puis les cultures devinrent de plus en plus faibles ; les spores prises le soixante-dixième jour donnèrent des cultures où les filaments aériens se développèrent, mais ne fructifièrent pas.

On peut en conclure que la faculté germinative des spores a résisté durant une [illegible] de jours, à la température de [illegible] dans un milieu complètement sec. Au début, durant les cinq à sept premiers jours, l'action de cette température et de la sécheresse fut nulle, puis brusquement, sans transition, la germination et surtout la fructification furent retardées très sensiblement. Le retard, par la suite, alla en croissant, lentement et progressivement.

Étude de la [illegible] des [illegible] des chrysalides momifiées. — L'intérieur des chrysalides momifiées est rempli, comme nous avons vu, par une masse blanche, dure, formée de filaments mycéliens agglomérés. Dans les

conditions convenables d'humidité, elle donne naissance aux filaments fertiles.

Il serait intéressant de savoir combien de temps ces sclérotes peuvent rester vivants et donner des filaments fertiles et si, les chrysalides momifiées depuis plusieurs années, peuvent servir de sources de spores. Dans ce but, des chrysalides momifiées, trouvées sous les écorces de la vigne en l'hiver 1921 à 1922, furent gardées au laboratoire dans un milieu sec et en février 1923 14 d'entre elles furent mises dans un milieu saturé d'humidité. Sur ces 14 chrysalides, 4 donnèrent des filaments fertiles et des spores, mais en petite quantité. Les organes du champignon des chrysalides momifiées gardées dans un milieu sec, ont donc pu conserver leur vitalité durant plus d'une année. Dans la nature le même fait doit se reproduire, et les chrysalides momifiées, qui se trouvent sous les écorces, sembleraient devoir jouer, dans une certaine mesure, un rôle des plus importants dans la conservation du champignon. Elles peuvent donner naissance plusieurs fois et successivement aux filaments fertiles, avant que les réserves nutritives arrivent à être épuisées. Chaque chrysalide serait donc, ainsi, une source de spores.

Essais de contamination artificielle. — Fron (1912) et Feytaud (1913) ont réussi à contaminer artificiellement les chenilles de la Cochylis et de l'Eudémis maintenues dans un milieu saturé d'humidité, en les mettant en contact avec les spores de *Spicaria*.

J'ai essayé de provoquer la contamination artificielle de chenilles de la Pyrale ou de l'Eudémis, ou de chrysalides de l'Eudémis et de larves de Vers à soie, soit par les spores prises sur les cultures faites dans divers milieux nutritifs, soit par les filaments mycéliens déjà développés.

Expériences faites avec les chenilles de la Pyrale. — Les expériences furent faites de juin à juillet. Dans des cristallisoirs de même grandeur dans toutes les expériences, des chenilles de 15 à 22 ou 24 millimètres furent placées, durant deux à trois jours, sur des feuilles de vigne abondamment saupoudrées de spores. Puis, ces feuilles furent enlevées et les chenilles nourries jusqu'à leur chrysalidation ou jusqu'à leur mort avec des feuilles saines. Les spores employées provenaient soit d'une culture sur le milieu nutritif G. S. P. faite le 13 février, soit d'une culture sur Pomme de terre faite à la même date. Ces deux cultures avaient été ensemencées avec des spores prises sur des chrysalides momifiées. Dans une série d'expériences, les cristallisoirs ne furent clos que par une gaze et dans une autre série par un couvercle en verre, le milieu ainsi réalisé étant beaucoup plus humide que dans la première série.

Tous les un ou deux jours, les chenilles furent examinées et les résultats notés. Les chenilles, chrysalides ou papillons trouvés morts furent toujours placés dans un milieu complètement humide pour que le champignon s'y développât jusqu'à la fructification. Donc tous ceux notés comme étant morts furent tués par *Spicaria*.

Les résultats de ces expériences varièrent surtout suivant le degré d'humidité du milieu dans lequel les chenilles se trouvèrent : sur un total de 16 chenilles gardées dans les cristallisoirs fermés par une gaze, 10 furent tuées ; 6 se chrysalidèrent ; sur 17 chenilles gardées dans les cristallisoirs clos par un couvercle, toutes furent tuées. Les spores prélevées sur le milieu nutritif G. S. P. furent plus actives que celles provenant des cultures sur Pomme de terre. Sur 16 chenilles traitées par les premières, une seule se chrysalida et donna le papillon ; tandis que sur 17 traitées par les secondes, 5 se chrysalidèrent et donnèrent les insectes parfaits. Mais, cette différence n'exista que dans les expériences faites dans le premier milieu, c'est-à-dire dans les cristallisoirs fermés par une gaze. Dans le milieu plus humide, la mortalité fut générale dans les deux cas.

Cette action de l'humidité est encore démontrée dans l'expérience suivante :

Expériences faites avec les chenilles de l'Eudémis. — Dix chenilles de l'Eudémis parvenues à la taille définitive et ayant délaissé les grains de raisin pour se chrysalider, furent saupoudrées de spores de la culture sur le milieu nutritif G. S. P. faite le 13 février. Puis, 5 de ces chenilles furent mises dans un milieu complètement humide, sous cloche, et les 5 autres laissées au laboratoire. Cette expérience fut faite au mois d'août, par un temps très chaud et sec.

Un mois plus tard, des 5 chenilles laissées sous cloche, 2 furent trouvées momifiées, à l'état de chenilles et 3 transformées en chrysalides bien vivaces. Sur les 5 chenilles laissées au laboratoire, 1 fut momifiée avant de se chrysalider et les 4 autres se chrysalidèrent et restèrent bien vivantes.

L'action du champignon dans cette expérience fut donc plus faible sur les chenilles de l'Eudémis que sur celles de la Pyrale dans l'expérience précédente où dans un milieu humide toutes périrent. Il est encore intéressant de noter que le champignon peut agir même dans un milieu sec. C'est le cas de la chenille laissée au laboratoire et tuée par *Spicaria* avant sa transformation en chrysalide, mais ayant fini de tisser son cocon.

Expériences faites avec les chrysalides de l'Eudémis. — Comme avec les chenilles des deux espèces, j'ai essayé de contaminer artificiellement les chrysalides de l'Eudémis. Ces contaminations réussirent pleinement, dans le cas où les chrysalides étaient gardées dans un milieu complètement saturé d'humidité.

Deux expériences furent faites : dans la première, des spores prélevées sur des cultures furent déposées sur des chrysalides ; dans la deuxième, des chrysalides vivantes furent mises en contact avec des larves d'Hyménoptères parasites ou des chrysalides déjà momifiées.

Première expérience. — Des spores furent déposées en plusieurs endroits du corps de 5 chrysalides sorties de leur cocon. Puis, ces chrysalides furent mises dans un milieu saturé d'humidité et laissées à la température moyenne de 13 à 14°. La déposition des spores eut lieu le 26 janvier. Les résultats obtenus dans tous les cas furent concordants.

Sur 4 chrysalides on put constater deux phases dans le développement et l'action du champignon. Durant la première phase, les spores déposées sur les chrysalides germèrent et leur développement se poursuivit, rappelant celui des spores ensemencées dans l'eau distillée. Étant dans les conditions convenables d'humidité, ce développement des spores se fit aux dépens de leurs réserves, ou, peut-être encore, en utilisant les traces des matières nutritives que les chrysalides pouvaient offrir à leur surface. Les filaments fertiles furent très rares et longs. Ils apparurent et fructifièrent deux à trois fois même, sur certaines chrysalides, dans des intervalles de vingt-cinq jours environ ; donc, les premières spores formées durent germer et donner à leur tour des fructifications. Par exemple, sur l'une des chrysalides, des filaments très rares, chétifs, apparurent vers le cinquième jour et quelques fructifications s'y montrèrent le seizième jour. Vers le vingt et unième jour, les filaments tombèrent complètement, puis de nouveaux filaments se formèrent et évoluèrent de la même façon. Cette phase dura de vingt et un à quarante-trois jours et, pendant ce temps, les chrysalides restèrent complètement vivantes, sans présenter extérieurement aucun signe anormal. Puis, plus ou moins brusquement, en deux à trois jours, les chrysalides cessèrent de réagir. Cet arrêt complet de la réaction eut lieu, pour chacune des 5 chrysalides, les vingt et unième, trente et unième, trente-troisième, quarantième et quarante-troisième jour après le dépôt des spores. Dès ce moment, la deuxième phase dans la vie du champignon commença.

Brusquement, en certains endroits des plis du thorax des chrysalides, une ou plusieurs touffes de duvet épais apparurent et fructifièrent rapidement ; puis, peu à peu, ce duvet se propagea et envahit tout leur corps. La contamination, dans les cas observés, fut donc relativement tardive et, avant d'agir en parasite, le champignon donna jusqu'à trois émissions successives de spores, vivant simplement en saprophyte sur les chrysalides.

Deuxième expérience. — Elle fut faite à la même époque que la précédente. Au lieu de contaminer les chrysalides par des spores déposées sur elles, elles furent placées auprès d'une chrysalide momifiée, tuée par *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron, et sur laquelle le duvet des filaments fertiles était bien développé ; or, elles furent mises près d'une larve d'Hyménoptère parasite également tué par le champignon et couverte d'un duvet plein de fructifications. Cinq chrysalides furent ainsi contaminées. Le duvet de la chrysalide et de la larve momifiées, en arrivant en contact avec les chrysalides vivantes, s'y étendit. Sur la première chrysalide les premiers filaments du duvet la touchèrent vers le cinquième jour, couvrant la tête et une partie du thorax d'un réseau clair, sur lequel les fructifications se montrèrent vers le douzième jour. La chrysalide réagit jusqu'au quatorzième jour. Sur le thorax, une grande tache verte se forma et le seizième jour, sortant sous les plis thoraciques, un duvet très épais se montra et finit par envahir toute la chrysalide. Sur la deuxième

chrysalide, les premiers filaments fertiles arrivèrent vers le onzième jour, en envahissant et en s'étalant sur l'abdomen ; le seizième jour, elle cessa de remuer ; les touffes de duvet ne se montrèrent sur elle que vers le trentième jour et fructifièrent deux à trois jours après.

Les trois autres chrysalides résistèrent un peu plus longtemps. Elles furent envahies par le duvet vers le quinzième jour ; la troisième cessa de réagir vers le vingtième jour et, le vingt-sixième, des touffes de filaments fertiles sortirent sous les plis thoraciques et fructifièrent en six jours. La quatrième envahie par l'extrémité postérieure, cessa de réagir vers le vingt-troisième jour ; les touffes de filaments fertiles s'y montrèrent vers le trentième jour. Enfin, la cinquième ne réagit plus le vingt-septième jour et, en peu de temps, les filaments l'envahirent.

En rapprochant ces résultats de ceux de l'expérience précédente, on voit que la contamination des chrysalides vivantes, par les filaments fertiles d'une chrysalide déjà tuée, est beaucoup plus active que si l'on dépose simplement des spores sur elles. Ainsi, dans la première expérience, les chrysalides saupoudrées de spores, ne furent pas tuées avant vingt et un jours, tandis que les cinq chrysalides de la deuxième expérience, cessèrent de réagir, les neuvième, cinquième, huitième et douzième jours, après qu'elles furent touchées par les filaments de la chrysalide déjà momifiée. Dès que les chrysalides furent tuées, le duvet des filaments fertiles y apparut dans un délai de deux à quatorze jours. La formation la plus rapide eut lieu sur les chrysalides qui furent envahies sur les parties thoraciques, par les filaments de la chrysalide déjà momifiée.

Expériences faites avec les Vers à soie (*Bombyx mori*). — Ces expériences eurent lieu en mai et juin, soit en donnant aux Vers à soie des feuilles saupoudrées de spores, soit en les saupoudrant, eux-mêmes, de spores.

Première expérience. — Six larves parvenues à la taille définitive, ayant cessé de se nourrir et commençant à se tisser un cocon, furent abondamment saupoudrées de spores. Elles furent laissées en repos environ vingt-quatre heures pour achever leurs cocons puis, trois d'entre elles furent mises dans un milieu saturé d'humidité et les trois autres laissées au laboratoire. Une seule larve fut tuée, parmi ces dernières ; elle fut trouvée en nymphe momifiée dans son cocon ouvert.

Deuxième expérience. — A trois larves, parvenues à environ la moitié de leur taille définitive, je donnai, une seule fois, comme nourriture, des feuilles de Mûrier abondamment saupoudrées de spores, d'une culture faite sur le milieu nutritif G. S. P., et datant d'un mois. A trois autres larves, les feuilles de Mûrier furent données, saupoudrées de spores d'une culture sur Pomme de terre, datant de deux mois. Les six larves furent laissées au laboratoire. Elles attaquèrent peu les parties des feuilles où les spores étaient trop abondantes. Les résultats furent les suivants : les trois larves à qui furent données les feuilles avec les spores du milieu nutritif G. S. P. furent tuées les douzième et treizième

jours. Les trois larves, à qui furent offertes les feuilles saupoudrées des spores de la culture sur Pomme de terre, atteignirent leur développement complet et donnèrent des papillons.

Ces expériences suffisent pour démontrer que le champignon expérimenté fut pathogène pour les Vers à soie. Les spores obtenues des cultures sur le milieu nutritif G. S. P. furent plus actives que celles des cultures sur Pomme de terre. Nous avons déjà observé le même cas, mais moins prononcé, dans les expériences faites avec les chenilles de la Pyrale.

Conclusion. — De tous les essais précédents, il ressort que le champignon *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron est très pathogène aussi bien pour les larves de la Pyrale de la Vigne, de l'Eudémis et du Ver à soie, que pour les chrysalides de l'Eudémis.

Le rôle joué par l'humidité fut très important dans les expériences exposées. Le maximum de l'action du champignon fut obtenu dans un milieu complètement saturé d'humidité. Dans ces conditions, les résultats fournis avec les spores des cultures faites sur le milieu nutritif G. S. P. furent égaux à ceux obtenus avec les spores des cultures sur Pomme de terre, ce qui n'eut pas lieu dans un milieu plus sec. Cependant, d'après l'expérience faite avec les chenilles de l'Eudémis, on voit que le champignon peut aussi bien agir dans un milieu sec. L'humidité du milieu, dans le cas de *Spicaria farinosa*, observé, active l'action de celui-ci, mais elle n'est pas indispensable. L'organisme, par lui-même, fournit, dans certaines conditions, l'humidité nécessaire pour que les spores, déposées sur lui, puissent germer.

Mécanisme de l'infection. — L'infection des larves et des chrysalides, dans les expériences précédentes, fut provoquée soit par des spores, soit par les filaments mycéliens fertiles.

L'infection par les spores fut, jusqu'à présent, presque admise comme étant la seule, par divers auteurs. Paillot dit que les larves de la Cochylis et de l'Eudémis s'infectent par des spores qu'elles trouvent sur leur passage, en se rendant aux abris où elles passeront l'hiver. Dans les nombreuses expériences faites en 1911-1912 par Marchal, Feytaud, Paillot, Chatanay, on employa des bandes de tissu, couvertes de spores, placées, en automne, sur le passage des chenilles se rendant sous les écorces, pour qu'elles se contaminent en y passant.

Le mécanisme de l'infection par les spores fut étudié par plusieurs auteurs, avec des champignons plus ou moins voisins de *Spicaria farinosa*. D'après Giard (1), chez l'*Isaria densa* Fries, aujourd'hui *Botrytis tenella*, la pénétration du mycélium dans le corps de la larve doit être le résultat d'un véritable chimiotactisme exercé par les tissus de l'insecte. L'infestation débute par l'appa-

(1) Voir Picard, Les Champignons parasites des Insectes et leur utilisation agricole, Montpellier 1904.

rition dans le sang de la larve, d'une foule de conidies cylindriques, qui s'accumulent surtout dans les fins canaux irriguant les corps graisseux et, c'est là qu'apparaissent d'abord les cellules sclérotiales qui, finalement, envahiront l'organisme entier, sauf le tube digestif. KRASSILSTSCHIK (1) après VITADINI, a remarqué chez l'*Isaria destructor* rattaché plus tard au groupe *Penicillium* par VUILLEMIN que les spores, arrivées sur la surface du corps d'un insecte, germent : les filaments perforent la peau et pénètrent dans l'intérieur du corps où ils produisent des sortes de bourgeons qui se détachent et sont entraînés par la circulation sanguine dans toutes les parties. Ils se multiplient en nageant dans le sang et ce développement ne se traduit par aucun signe particulier extérieur, avant la mort, sauf, quelquefois par un changement de coloration. Après la mort, les bourgeons poussent des filaments sortant à l'extérieur : c'est la moisissure. D'après PICARD (1913) (1), il est à peu près certain que la contamination des insectes par les Champignons entomophytes se produit à travers les téguments et non par ingestion des conidies. D'ailleurs PORTIER a montré que des spores qui se rencontrent normalement dans le tube digestif de certaines chenilles sans produire aucun trouble, deviennent virulentes, lorsque leurs conidies, obtenues par culture, sont mises en contact avec la peau des mêmes chenilles. Il a pu observer, comme GIARD, les conidies initiales dans le sang de la larve, les filaments courts du début, donnant, par la suite, des filaments plus ou moins longs, qu'on rencontre exclusivement dans le sang, et qui donnent naissance aux cellules sclérotiques adaptées aux tissus compacts et enfin aux hyphes fructifères externes. Lorsque l'envahissement du liquide sanguin commence, on remarque dans l'amas mycélien un nombre considérable d'amœbocytes, phénomène constaté par GIARD pour *Beauveria densa*, par PICARD (1913) pour *Beauveria globulifera* et par BARYE pour *Spicaria farinosa*. A ces auteurs, qui admettent toujours une pénétration directe du champignon dans le corps de la chenille, il faut adjoindre VANEY et CONTE qui, en 1903, ont démontré que *Botrytis bassiana*, recueilli sur le Ver à soie et répandu sur les feuilles de la Vigne, amène en peu de temps la mort des larves d'Altise qui s'en nourrissent. L'infection résulte de l'absorption des spores qui germent dans le tube digestif et envahissent tous les organes.

Dans mes expériences, en employant les spores de *Spicaria farinosa* pour provoquer la contamination des larves de Pyrale, d'Eudémis ou de Vers à soie, un certain nombre de celles-ci furent tuées à l'état de larves mêmes, d'autres au moment de la nymphose et enfin certaines arrivèrent à se chrysalider, mais l'éclosion n'eut pas lieu.

Parmi les larves qui ont succombé dans cet état à l'action du champignon, j'ai pu distinguer deux catégories. Dans la première catégorie, les larves présentèrent, un temps plus ou moins long après leur contact avec les spores, des

(1) Voir LE MOULT. La destruction des insectes nuisibles par les parasites végétaux (*Pr. agric. et vit.*, 1913, 2e sem., p. 239).

déformations, sur leur corps, en forme de bosses, placées surtout près des pseudopodes et de l'anus. Un duvet très court y était visible. La déformation grandit ; les larves devinrent de moins en moins actives pour mourir deux à trois jours après ; le duvet se développa sur le point attaqué et, peu à peu, envahit complètement tout leur corps.

Par exemple, une grosse chenille de Pyrale présenta dorsalement, le cinquième jour après avoir été mise sur des feuilles saupoudrées de spores, des taches de spores avec des filaments courts, enchevêtrés. Elle était très vivace. Après vingt-quatre heures, je la trouvai morte et, après deux jours, les filaments longs du champignon se développèrent sur les taches indiquées et fructifièrent le quatrième jour. Un Ver à soie, mis sur des feuilles saupoudrées de spores, présenta le sixième jour plusieurs taches d'un duvet très court, et placées près des fausses pattes, sur le dos, près de la bouche et de l'anus. Vingt-quatre heures plus tard, je le trouvai en train de muer, mais seuls la tête et le premier segment purent se dégager de la mue. Il vécut encore vingt-quatre heures dans cet état, puis après sa mort, rapidement, tout autour de la bouche, un duvet se forma.

Je ne cite pas d'autres exemples, le même cas se répétant toujours. Les spores, arrivées en contact avec le corps, se conduisent de la même façon que si elles étaient déposées sur un milieu nutritif quelconque, dans des conditions d'humidité convenables. Elles germent, leur mycélium pénètre dans le corps, tandis que les filaments fertiles se développent de suite. Une déformation se produit au point où l'organisme est attaqué et celui-ci meurt peu à peu, lentement. Tout autour du point attaqué, le duvet des filaments fertiles se forme et se propage, toujours comme sur un milieu nutritif quelconque. Par contre, si l'humidité est insuffisante, les filaments fertiles ne se montrent pas, tandis que le mycélium se développe à l'intérieur de l'organisme, comme il le fait dans les mêmes conditions, dans la masse d'un milieu nutritif. Mis, après un certain temps, dans un milieu humide, presque simultanément, les filaments fertiles apparaissent partout, sur toute la surface.

En dehors des larves ainsi tuées, peu à peu, et qui furent en majorité, un certain nombre d'autres furent trouvées mortes, sans présenter de filaments sur le corps. Mais, après vingt-quatre à quarante-huit heures, le duvet de ces filaments ordinairement épais, se montra entre les pièces buccales ; dans ces cas, on pourrait admettre que l'infection eut lieu par les spores parvenues entre les pièces buccales mêmes, et qui y germèrent.

Dans tous les cas cités, la contamination s'est faite à travers les téguments, mais on ne peut affirmer que l'infection par l'ingestion de spores n'a pas eu lieu, comme cela a semblé être, pour certains Vers à soie. Quelques jours après que les chenilles furent nourries avec des feuilles de Mûrier saupoudrées de spores, certaines cessèrent de manger. Des taches plus ou moins grandes, brunâtres, de contours irréguliers se montrèrent sur leur corps. Les larves moururent un

à deux jours après l'apparition de ces taches et, en vingt-quatre à quarante-huit heures, les filaments fertiles se montrèrent en touffes, autour des pièces buccales, sur les stigmates.

Mais, dans les expériences précédentes, notamment celles faites avec les chenilles de la Pyrale, sur un total de 36 chenilles, 15 seulement périrent dans cet état. Parmi les autres, 3 furent trouvées mortes à l'état de chrysalides complètement formées, mais n'ayant pu se dégager de la mue larvaire, la peau de la chenille ; 9 à l'état de chrysalides et 3 à l'état de papillons en train d'éclore.

Sur les chrysalides mortes et non débarrassées de la mue larvaire, je pus remarquer, par endroits, la présence de taches de filaments du champignon. Ces chrysalides cessèrent de réagir une quinzaine d'heures après leur nymphose et furent rapidement envahies par le duvet. Vraisemblablement, les spores, en germant sur les chrysalides en pronymphose, ne provoquèrent pas, par la pénétration de leur mycélium, d'assez graves lésions pour empêcher que la chrysalidation ait lieu ; mais les chrysalides formées ne purent se dégager de leurs mues.

Neuf chenilles parvinrent à leur complète chrysalidation, mais les chrysalides ne sont pas écloses. Elles furent mises dans un milieu humide et le champignon se développa sur toutes, les filaments se montrant de préférence le long des plis thoraciques. La contamination de ces chrysalides dut se faire après la nymphose ; d'ailleurs, certaines réagirent encore huit jours après ce moment. Elle put être provoquée soit par des spores qui vinrent ultérieurement sur leur surface, soit au contact du mycélium des spores ayant germé auprès d'elles.

En disséquant les chrysalides, tuées par le champignon, à des intervalles plus ou moins longs après leur mort, on peut suivre la marche interne de l'infection. Au début, leurs tissus se liquéfient ; puis, un certain temps après, il ne reste plus qu'une couche mince de matière informe appliquée contre les téguments. Dans la cavité interne ainsi formée, les filaments du mycélium se développent, de plus en plus nombreux et finissent par la remplir d'une masse blanche formant le sclérote.

Les papillons qui moururent au moment de l'éclosion, avant qu'ils se soient dégagés complètement, furent rares (3 sur 36 sujets expérimentés). On peut admettre que leur contamination eut lieu tardivement un peu avant l'éclosion. Contaminés, sans être tués, les papillons ne purent finir d'éclore. Leurs abdomens, ouverts, étaient creux et remplis des filaments du champignon.

Effet de la culture artificielle du champignon sur son pouvoir pathogène. — Giard a démontré que le pouvoir pathogène des spores des Champignons entomophytes diminue quand on les cultive sur des milieux artificiels. Cette atténuation de la virulence du parasite est admise par divers auteurs et F. Picard (1914) en résumant les travaux faits sur les champignons parasites dit que, chez ceux-ci, l'atténuation de la virulence est obtenue habi-

tuellement par des repiquages successifs, que les lignées aptes au parasitisme finissent ainsi par devenir simplement saprophytes et perdent leur pouvoir pathogène.

La question étant intéressante, non seulement au point de vue théorique, mais aussi pratique, j'ai fait quelques expériences, pour voir quelle modification présenterait la virulence du champignon étudié, *Spicaria farinosa*, var. *verticilloides* Fr., après une vie, plus ou moins longue, sur quelques milieux nutritifs choisis.

Première expérience. — Elle fut faite avec des Vers à soie (*Bombyx mori*) qui sont, en général, moins sensibles à l'action du champignon que les larves de la Pyrale de la Vigne et de l'Eudémis. Trois chenilles, un peu au-dessous de la moitié de la taille définitive, furent mises en juin sur des feuilles de Mûrier saupoudrées de spores provenant d'une première culture du champignon, faite sur le milieu nutritif G. S P. le 13 février, avec les spores prises sur une larve d'Hyménoptère parasite momifiée. Trois autres larves, de la même taille, furent placées, au même moment, sur des feuilles de Mûrier, saupoudrées des spores d'une culture faite sur le milieu nutritif G. S. P., le 9 avril, avec les spores de la culture du 13 février, soit une deuxième culture du champignon sur le même milieu. Les six chenilles furent gardées dans un endroit saturé d'humidité et à la température de 18 à 22°.

Toutes les larves furent tuées dans un délai de onze à douze jours, sans que j'ai pu remarquer que les spores de la deuxième culture aient été moins actives.

Deuxième expérience. — Les cultures successives du champignon furent faites sur le milieu nutritif G. S. P., sur Pomme de terre et sur le milieu minéral indiqué par Molliard, légèrement modifié et dont j'ai déjà donné la composition précédemment.

Les cultures successives sur le milieu nutritif G. S. P. furent commencées en 1922. La première fut faite le 13 février avec les spores prélevées sur une chrysalide momifiée. Les repiquages successifs eurent lieu en 1922, les 9 avril et 12 novembre ; en 1923, les 21 janvier, 21 février, 26 mars, 26 avril et 18 mai, soit en tout sept cultures successives.

Les cultures successives sur Pomme de terre stérilisée à 120° à l'autoclave, furent, comme les précédentes, commencées en 1922. La première fut faite le 13 février avec les spores prises sur une chrysalide momifiée. Les repiquages successifs eurent lieu en 1922, les 9 avril et 12 novembre ; en 1923, les 21 janvier, 14 février, 15 mars, 18 avril et 18 mai, soit en tout 7 cultures successives.

Les cultures successives sur le milieu minéral eurent lieu les 24 mars, 5 avril, 16 avril, 28 avril et 14 mai, soit 5 cultures en tout.

Avec les spores prises sur chaque dernière culture des trois milieux nutri-

tifs, 6 chenilles de la Pyrale, au-dessus des deux tiers de la taille définitive furent saupoudrées, placées sur des feuilles de Vigne et gardées, sous cloche, dans un milieu complètement saturé d'humidité.

L'expérience eut lieu le 16 juillet. Voici quels furent les résultats :

Les 6 chenilles saupoudrées avec les spores de la dernière culture du champignon sur le milieu nutritif minéral furent toutes tuées à l'état de chenilles.

Sur les 6 chenilles traitées avec les spores de la dernière culture sur le milieu nutritif G. S. P., 4 furent tuées à l'état de chenilles, 2 se transformèrent en chrysalides qui ne sont pas écloses.

Sur les 6 chenilles saupoudrées avec les spores de la dernière culture sur Pomme de terre, 3 furent tuées à l'état de chenilles, 1 à l'état de chrysalide complètement formée mais morte avant de se dégager de la mue larvaire, 2 se chrysalidèrent. L'une de ces chrysalides mourut, l'autre est éclose.

Troisième expérience. — Elle fut faite au mois d'août 1923. Avec les spores de chacune des trois cultures employées dans l'expérience précédente, un lot de 5 chenilles sur l'Eudémis, arrivées à leur taille définitive, furent saupoudrées et laissées dans un milieu saturé d'humidité. Un mois après, j'ai pu constater que les résultats obtenus ont été les mêmes dans les trois lots. Sur les 5 chenilles, dans chaque cas, 2 furent trouvées momifiées à l'état de chenilles et envahies par le duvet du champignon, tandis que les autres s'étaient transformées en chrysalides. Ces chrysalides moururent, ultérieurement, après un temps plus ou moins long, tuées à leur tour par le champignon.

Des deux dernières expériences on peut conclure que, si l'on cultive *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fr. sur un milieu nutritif artificiel, son pouvoir pathogène, sa virulence s'atténuent vis-à-vis des mêmes hôtes, mais cette atténuation est faible et semble dépendre aussi bien de la durée pendant laquelle le champignon est cultivé sur ces milieux, que de leur composition chimique. Ainsi, le milieu nutritif qui s'éloigne le plus par sa composition de celui que le champignon peut trouver dans les organismes parasités, est le milieu minéral indiqué par Molliard, mais sans gélose. Les cinq cultures successives faites sur ce milieu dans un intervalle de deux mois, n'affaiblirent en rien la virulence des spores vis-à-vis des chenilles de la Pyrale qui toutes succombèrent très rapidement, avant de se chrysalider. Par contre, la virulence des spores obtenues sur le milieu nutritif G. S. P., dont la composition se rapproche beaucoup plus de celle de la matière vivante en général, fut, dans une certaine mesure, d'ailleurs très faible, diminuée, parce que sur 6 chenilles, 2 arrivèrent à se chrysalider. Seulement le champignon fut cultivé sur ce dernier milieu durant quinze mois, et 8 cultures successives furent faites.

Cependant, la composition chimique du milieu doit avoir une action. Les résultats obtenus avec les spores de cultures successives sur Pomme de terre, faites à peu près au même moment et durant le même temps que celles

sur le milieu S. G. P., sont légèrement inférieurs aux résultats obtenus avec les spores prélevées sur ce dernier : sur 6 chenilles de la Pyrale, 2 se chrysalidèrent et l'une est éclose.

Vu le petit nombre d'expériences, il est difficile de tirer une conclusion nette quant à l'action de la composition chimique du milieu nutritif sur la virulence des spores : le seul fait qui se dégage des expériences précédentes est que la virulence des spores de *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fr. vis-à-vis des mêmes hôtes (Pyrale de la Vigne et Eudémis) fut très peu influencée par la culture du champignon sur deux milieux artificiels (G. S. P. et Pomme de terre) durant un temps assez long (quinze mois) et nullement influencée par cinq repiquages successifs faits durant deux mois sur le milieu minéral.

Au point de vue pratique, il apparaît que la préparation des spores du champignon étudié par des cultures sur des milieux nutritifs ne devrait pas altérer leur pouvoir pathogène, de même que la vie saprophytique du champignon dans la nature ne doit pas le faire.

Emploi des champignons entomophytes dans la lutte contre l'Eudémis et la Cochylis. — Le rôle que les Champignons entomophytes jouent dans la destruction de l'Eudémis et de la Cochylis est très important. Schwangart attribue à leur action, facilitée par le buttage, le peu de dégâts que les deux insectes font en Franconie. Laborde (1900) trouva que durant l'hiver de 1899 à 1900, 60 p. 100 des chrysalides de l'Eudémis et 35 p. 100 de celles de la Cochylis furent tuées par les champignons ; durant l'hiver de 1900 à 1901 la proportion de chrysalides tuées fut moins élevée et égala 30 p. 100 seulement pour les deux espèces. Feytaud (1915) regarde les Champignons entomophytes comme le facteur primordial de la mortalité hivernale des chrysalides ; d'après cet auteur, 46 à 58 p. 100 de la mortalité sont dus à ce facteur Paillot, dans son rapport sur la mortalité des chrysalides pendant l'hiver 1911 à Germolles (Bourgogne) dit que 80 p. 100 y furent tuées par *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron.

Dans mes recherches faites au vignoble de Monlon, la mortalité des chrysalides due à l'action de *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* fut environ de 70 p. 100 pour l'hiver de 1921-1922 et seulement de 24 p. 100 pour l'hiver de 1922-1923, donc beaucoup plus faible.

L'intensité de l'action des Champignons varie donc beaucoup d'une année à l'autre, mais cette action ne s'en exerce pas moins toutes les années, et reste toujours importante. Elle semble être de beaucoup supérieure à l'action des parasites qui, jamais, autant que j'ai pu m'en rendre compte, n'ont provoqué chez l'Eudémis, une mortalité de 70 p. 100. Les Champignons entomophytes sont, comme Feytaud a déjà dit, un facteur de destruction de première importance ; il n'est pas étonnant, vu la facilité avec laquelle on peut les manipuler,

qu'on ait, depuis très longtemps, eu l'idée de les employer comme un moyen de lutte contre l'Eudémis et la Cochylis.

Les essais furent faits dans deux directions différentes :

1° En s'efforçant de provoquer des épidémies artificielles par la dissémination des spores obtenues sur des cultures artificielles ;

2° En réalisant les conditions favorables au développement du champignon.

1° *Essais de contamination artificielle par dissémination des spores.* — En 1893, SAUVAGEAU et PERRAUD ont entrepris les premiers essais contre la Cochylis. Ces essais sont très intéressants, étant les seuls, je crois, qui aient donné des résultats positifs et, il est regrettable qu'ils n'aient pas été poursuivis.

Ils furent repris seulement en 1912, dans plusieurs régions viticoles, avec les spores de *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fr. PAILLOT (1913) en Bourgogne essaya, sans succès, de contaminer les larves de l'Eudémis et de la Cochylis des première et deuxième générations, en pulvérisant les grappes, soit avec de l'eau gélatinée, soit avec de la bouillie bordelaise, contenant des spores de *Spicaria* prélevées sur des cultures sur Pomme de terre faites par lui, ou reçues de l'Institut Pasteur. L'emploi de bandes pièges, morceaux de toile couverts de spores, posés à la naissance du vieux bois ou dans le voisinage immédiat des coudes, et destinés à retenir et à infecter les larves descendant à l'automne sous les écorces des souches, ne donna, non plus, aucun résultat. MARCHAL (1913) au Plessis-Piquet, près de Paris, FEYTAUD (1913) dans le Bordelais, VEZIN et GAUMONT (1913) dans la vallée de la Loire, n'obtinrent pas plus de succès avec le procédé des abris-pièges.

A la suite de ces insuccès complets et simultanés, dans plusieurs régions viticoles, les essais de contamination artificielle furent complètement délaissés.

2° *Essais de contamination artificielle, en réalisant les conditions favorables au développement du champignon.* — Ces essais furent préconisés, comme je l'ai indiqué, par SCHWANGART. Il ne se proposa pas de créer des épidémies artificielles, en multipliant les germes d'infection, ceux-ci, d'après lui, étant suffisamment répandus dans la nature ; mais, il chercha à réaliser les meilleures conditions pour favoriser leur développement. Pour y arriver, il appliqua dans le Palatinat le procédé employé en Franconie, et qui consiste à butter les ceps en hiver ; il obtint ainsi une mortalité de 85 à 90 p. 100, parmi les chrysalides des ceps buttés.

PAILLOT reprit ces expériences en 1911 et les résultats obtenus sur les ceps buttés furent très bons, mais, sur les ceps non buttés qui servirent de témoins, la proportion de chrysalides, momifiées par le champignon, fut également élevée.

Le buttage des ceps, en hiver, est sûrement un des meilleurs procédés

pour favoriser l'action du champignon. Dans mon pays (Yougoslavie) les régions, où il est appliqué, n'ont presque pas connu d'invasions de la Cochylis et de

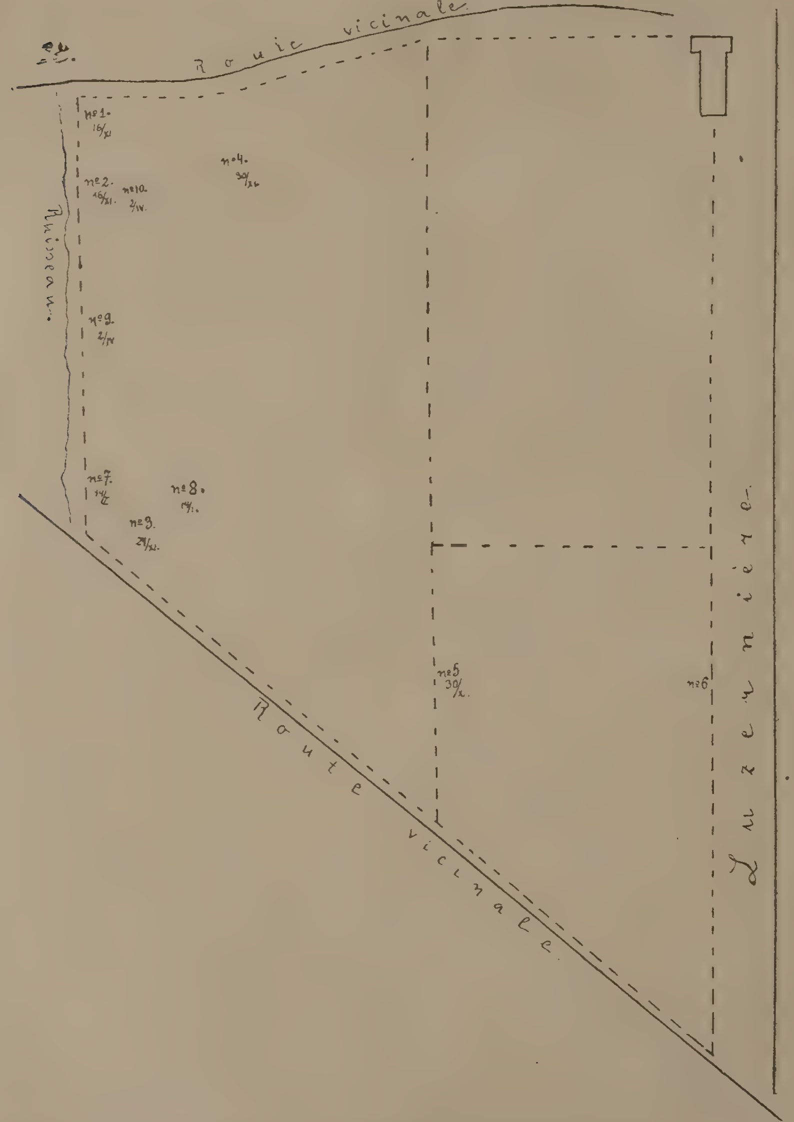


Fig. 2. — Plan du vignoble de Monlon montrant les emplacements des lieux de prélèvements des écorces.

l'Eudémis. Ce procédé doit agir de deux façons : en créant un milieu confiné, humide, favorable au développement du champignon, mais aussi en exerçant une action directe sur les chrysalides. On butte, dans les pays froids où les

neiges sont abondantes et, au printemps, quand la fonte commence, les écorces et les chrysalides, qui s'y trouvent, sont bien mouillées et ces dernières peuvent succomber même sans l'action du champignon. Mais, si le buttage rend de grands services, dans les pays où il constitue une pratique culturale indispensable, il ne faut pas songer à le préconiser comme un moyen de lutte contre les insectes dans les pays où il n'existe pas déjà. Il est trop onéreux, trop cher, et incompatible avec la conduite de la vigne dans de nombreuses contrées viticoles.

De quelle façon faut-il envisager l'emploi des champignons parasites, dans les régions viticoles où le buttage n'est pas pratiqué? Doit-on complètement renoncer à les utiliser, ou faut-il tenter de nouveaux essais?

Pour m'en rendre compte, avant de faire aucune expérience, je me suis proposé d'abord d'étudier, sur place, l'action du *Spicaria* dans le vignoble de Monlon et de voir de quelle façon il se propage, agit, et quelle est, sur lui, l'influence des divers changements de milieu. J'ai poursuivi ces études pendant les deux hivers de 1921-1922 et 1922-1923. Le temps employé a été un peu court, pour arriver à des résultats importants. J'exposerai, cependant, quelques faits que j'ai pu constater dans cette localité et qui, sûrement, doivent se reproduire de même façon, dans les autres vignobles.

L'action du champignon est très irrégulière, suivant les divers endroits du vignoble. — Nous avons déjà vu que l'action du champignon varie beaucoup d'une année à l'autre dans un même vignoble. Mais, cette action varie aussi d'un endroit à un autre dans un même vignoble, et d'une souche à l'autre dans un même endroit.

Je résume, dans le tableau ci-dessous, les résultats obtenus durant l'hiver 1922-1923, par l'examen des cocons recueillis en divers endroits du vignoble. Je donne le pourcentage des chenilles, des chrysalides et des chrysalides parasitées, tuées par le champignon dans chacun des endroits, dont l'emplacement est indiqué sur le croquis du vignoble (fig. 2).

Endroits des prélèvements	Chenilles et chrysalides tuées par le champignon	Chrysalides parasitées à parasites tués par le champignon	Totaux
—	—	—	—
N° 1	11 p. 100	12 p. 100	23 p. 100
N° 2	7 —	5 —	12 —
N° 9	13 —	12 —	25 —
N° 10	15 —	9 —	24 —
N° 3	23 —	7 —	30 —
N° 7	0 —	1 —	1 —
N° 8	12 —	6 —	18 —
N° 4	4 —	2 —	6 —
N° 5	3 —	0 —	3 —
N° 6	0 —	4 —	4 —

L'action du champignon ne s'exerça donc pas avec la même intensité sur toutes les parties du vignoble ; dans certaines elle fut très importante, et presque

nulle dans les autres. Il se peut que le vignoble de Monlon soit une exception, mais cette variation montre combien il est difficile de donner un pourcentage exact de la mortalité, pour un vignoble, sans faire de nombreux prélèvements des cocons à divers endroits.

Si l'on examine, en particulier, les souches d'un même endroit, on constate également, que le pourcentage varie fortement d'une souche à l'autre. Par exemple, dans l'endroit nº 3 qui fut le plus fortement attaqué, le pourcentage des cocons de l'Eudémis, dont le contenu fut parasité par le champignon se répartit ainsi pour chaque souche :

Souche nº 1	39	p. 100
— nº 2	17	—
nº 3	20	—
— nº 4	32	—
— nº 5	7	—
- nº 6	11	-

En résumant ce qui précède, on peut conclure que l'action du champignon varie d'intensité dans de grandes proportions d'une souche à l'autre voisine ; mais les souches où elle s'exerce surtout sont groupées plus ou moins régulièrement, dans une partie du vignoble.

Sur les souches mêmes, j'ai trouvé partout des chrysalides, parasitées ou non parasitées, tuées par le champignon, sans remarquer qu'il existait certaines parties où leur nombre était plus élevé. Souvent, j'ai pu constater, comme j'ai déjà dit, l'existence de vrais foyers de contamination, formés aux endroits où un grand nombre de chenilles étaient venues se chrysalider. J'y ai trouvé des chrysalides momifiées datant des saisons précédentes, à côté de celles fraîchement tuées ou de chrysalides vivantes. Mais, le nombre de ces dernières a toujours été très peu élevé, comme, d'ailleurs, le nombre des cocons vides de chrysalides étant écloses. C'est un fait très important et qui permet d'expliquer le mode d'action du champignon.

La contamination de l'Eudémis par Spicaria farinosa *a lieu presque uniquement sous les écorces des souches.* — Cette irrégularité très grande qu'on trouve dans l'action du champignon, suivant les souches, dans le vignoble étudié, ne me semble pas être en accord avec l'opinion admise que les spores se trouvent suffisamment disséminées dans la nature, pour qu'une épidémie se déclare, spontanément, quand les conditions du milieu le permettent. Voyons de quelle façon la dissémination des spores de *Spicaria farinosa* et la contamination des chenilles par celles-ci, peuvent se faire.

Les chrysalides, momifiées par le champignon et qui doivent servir de sources de spores, se trouvent plus ou moins profondément sous les écorces des souches. Dans les conditions normales, les filaments fertiles qui rayonnent tout autour de ces chrysalides, arrivent, très rarement, en utilisant les fissures, à sortir en dehors des écorces et à fructifier. Dans le cas ordinaire, la fructifica-

tion a lieu au printemps, dès que la température commence à s'élever, et les spores formées restent sous les écorces. Si un certain nombre de celles-ci arrive à s'échapper et à être disséminé au dehors, elles périront rapidement. Il suffit d'une rosée ou d'une pluie pour que les spores mouillées germent et périssent, ou, si elles sont desséchées avant que la germination se fasse, elles perdent leur pouvoir germinatif. Il se peut cependant, que les spores tombées sur un milieu nutritif, humus, bois pourri, etc., germent et donnent des filaments fertiles, si les conditions d'humidité sont favorables. Mais, ce cas serait tout à fait exceptionnel, le degré d'humidité nécessaire au développement de l'appareil fructifère et à la fructification ne pouvant être réalisé que dans un milieu confiné et jamais à l'air libre. D'ailleurs, je n'ai jamais pu remarquer la présence du champignon dans le vignoble, autre part que sur les chrysalides momifiées sous les écorces.

Si les spores, formées sous les écorces sur les organismes momifiés, périssent rapidement une fois disséminées, de quelle façon se fait la contamination de l'Eudémis?

Il me paraît certain qu'elle doit avoir lieu presque uniquement sous les écorces, soit à l'état de chenille, soit à celui de chrysalide. A l'automne, les chenilles, en abandonnant les grappes pour aller se chrysalider, auront peu de chances d'être contaminées par des spores, à l'air libre, avant leur pénétration, sous les écorces. Il semble que, d'année en année, elles suivent à peu près le même chemin d'accès pour se rendre au même endroit sous les écorces et, c'est ainsi que j'ai pu souvent observer de véritables nids de chrysalides, dont certaines momifiées depuis longtemps, les autres récemment et parmi celles-ci des chrysalides vivantes. En arrivant sous les écorces, les chenilles trouveront facilement les spores qu'elles emporteront sur elles. Ces spores pourront germer dès qu'elles feront leur cocon, et ces chenilles seront tuées avant leur chrysalidation. Mais ce fait est plutôt rare. Dans l'examen que je fis des écorces des souches, un très faible nombre de cocons présenta des chenilles d'Eudémis momifiées avant leur transformation en chrysalides ; donc, la germination et le développement des spores n'avaient pas eu lieu, en général, assez rapidement pour empêcher que la chrysalidation se fasse et que les spores apportées soient rejetées avec la mue larvaire. Ces spores germent sur la mue et contaminent ultérieurement les chrysalides par leurs mycéliums comme le démontre l'expérience suivante :

Vingt chenilles de l'Eudémis arrivées à leur taille définitive et ayant délaissé les grains de raisin, à la fin du mois d'août, furent saupoudrées des spores de *Spicaria farinosa* étudié et exposées ainsi : 15 dans un milieu complètement humide et 5 dans un milieu sec. Les chenilles firent leurs cocons et la chrysalidation eut lieu deux jours après l'application des spores. Un mois étant écoulé, les résultats suivants furent notés : sur 15 cocons restés dans le milieu humide, 6 contenaient des chenilles momifiées, envahies plus ou moins par un duvet sans fructifications, à l'exception d'un cas où les filaments fertiles avaient

franchi le tissu du cocon et fructifié hors de lui ; les 9 autres cocons renfermaient des chrysalides vivantes. En examinant l'intérieur de ces cocons, je trouvai dans la plupart des filaments de *Spicaria* sur les restes de la mue de la chenille. Ils étaient très peu nombreux, grêles, avec de rares fructifications, comme ceux qui se forment lorsqu'on ensemence des spores sur un milieu nutritif très pauvre. Une partie de ces cocons ouverts fut laissée dans un cristallisoir non couvert et contenant un peu d'eau ; l'autre partie fut laissée au laboratoire, à l'air libre. Les chrysalides de tous les cocons, après un temps plus ou moins long cessèrent de réagir et furent tuées par le champignon. Sur certaines, la marche de l'infection fut facile à suivre. Les filaments fertiles, qui se formèrent sur les restes de la mue, envahirent peu à peu les chrysalides. L'une d'elles, quatre jours après que les premiers filaments commencèrent à s'étaler sur elle, cessa de réagir ; les autres résistèrent plus ou moins longtemps. Parmi les cinq chenilles laissées au laboratoire, un mois après, l'une d'elles fut trouvée tuée à l'état de chenille ; les quatre autres étaient transformées en chrysalides vivantes et l'une d'elles, après douze jours environ, se dessécha. Elle fut exposée à l'humidité, le champignon s'y montra et fructifia en quatre jours.

Cette expérience confirme les observations faites dans la nature, que des spores apportées par les chenilles dans leurs abris d'hiver peuvent germer de suite et tuer les chenilles avant leur chrysalidation. Mais, ordinairement, la chenille arrive à se chrysalider et les spores sont entraînées avec la mue qui, dans le cocon se trouve rejetée juste près de l'extrémité postérieure. Là, elles peuvent germer et, soit par leur mycélium, soit plus tard par les filaments fertiles, contaminer la chrysalide dans un temps plus ou moins long. Le degré d'humidité nécessaire pour que la germination ait lieu, ne doit pas être, comme on a vu, très élevé car, même parmi les chenilles laissées au laboratoire par un temps exceptionnellement sec, il y en eut 2 sur 5 de tuées ; mais, l'humidité active énormément l'action du champignon et les 15 chenilles, gardées dans un milieu saturé d'humidité, furent toutes tuées.

En dehors de cette contamination par les spores, les chenilles, sous les écorces, une fois transformées en chrysalides, peuvent être, au cours de l'hiver, contaminées par les filaments de mycélium qui rayonnent tout autour des chrysalides déjà momifiées. (Cette contamination qui se fait de proche en proche doit être très favorisée par un hiver doux et fortement humide, qui active le développement du champignon.)

Certaines conditions sont particulièrement favorables à la contamination de l'Eudémis par les spores de Spicaria. — La contamination de l'Eudémis sous les écorces des souches sera d'autant plus intense que le nombre des organismes déjà momifiés y sera plus élevé et la quantité de spores produites par eux plus importante. Nous allons chercher quelles sont les conditions les plus favorables pour réaliser cet état des choses. D'abord, qu'arrive-t-il, durant la belle saison,

avec les divers organismes momifiés au cours de l'hiver précédent? Nous envisagerons les deux cas extrêmes, d'une année très humide et d'une autre très sèche.

Dans le cas d'une année humide, la fructification étant commencée au printemps, les spores continueront à se former jusqu'au complet épuisement des matières nutritives de la chrysalide.

Une partie de ces spores sera disséminée et périra ; l'autre, qui restera sous les écorces, germera en partie à son tour ou perdra son pouvoir germinatif. Cet épuisement devrait avoir lieu en trois ou quatre mois, d'après les expériences faites au laboratoire avec les chrysalides artificiellement contaminées et laissées dans un milieu complètement saturé d'humidité.

Dans le cas d'une année sèche, la sporulation au printemps sera arrêtée par la sécheresse, avant l'épuisement des réserves nutritives. Les dernières spores formées et restées sous les écorces, n'étant pas dans un milieu suffisamment humide pour germer mais étant à l'abri, pourront conserver intact leur pouvoir germinatif. De plus, les réserves nutritives non épuisées pourront donner à l'automne, avec la première humidité, de nouvelles spores pleines de vitalité.

En résumé, l'automne et l'hiver humides, le printemps et l'été secs, semblent réunir les meilleures conditions pour favoriser l'action du champignon. Il va de soi que, dans la nature, on trouvera très rarement des cas aussi extrêmes que ceux envisagés. Dans la nature, la plus ou moins grande contamination des chenilles à l'automne dépendra surtout de la possibilité qu'auront les organismes déjà momifiés se trouvant sous les écorces, de former des spores à ce moment. En pénétrant sous les écorces, les chenilles se contamineront par ces spores.

Les Hyménoptères parasites servent d'agents de dissémination des spores. — Si l'infection de l'Eudémis par *Spicaria farinosa* n'a lieu presque uniquement que sous les écorces des souches, on peut se demander de quelle façon la propagation du même champignon peut avoir lieu dans un vignoble.

Mes observations me laissent supposer que les Hyménoptères parasites des chrysalides en sont eux-mêmes la cause. Les parties du vignoble, où l'action du champignon fut la plus importante, sont les mêmes que celles où l'action parasitaire s'exerça surtout. Et, dans certains endroits, par exemple les n°s 7 et 6, les seules chrysalides momifiées furent celles déjà parasitées. Si l'on ajoute encore le fait que sur 193 chrysalides trouvées momifiées durant les hivers de 1921-1922 et 1922-1923, 131, soit 65 p. 100, étaient déjà parasitées, par divers Ichneumonides et Chalcidides, on voit qu'un rapport existe entre l'action du champignon et celle des parasites et qu'elles semblent liées l'une à l'autre.

La mortalité très élevée des chrysalides parasitées, provoquée par le champignon, peut provenir soit de la diminution de la résistance vitale des chrysalides par suite du parasitisme, soit de l'action directe des Hyménoptères para-

sites qui, en apportant les spores avec eux, contaminent les chrysalides dans lesquelles ils pondent.

Pour démontrer que la cause principale doit être l'action du parasite et non la diminution de la résistance des chrysalides, il suffit de rapprocher les faits observés ; dans les endroits déjà cités (7 et 6) où les seules chrysalides parasitées furent attaquées par le champignon, la contamination n'a pu se faire que par des spores apportées du dehors, par les chenilles ou par les Hyménoptères parasites. Or, nous avons vu que les chenilles ont peu de chances de trouver des spores du champignon avant leur pénétration sous les écorces des souches, notamment dans l'endroit nº 6, placé dans une partie du vignoble où l'action du champignon fut, en général, très faible. On pourrait cependant objecter que la diminution de la vitalité de l'Eudémis parasitée fut la cause de ce que dans cet endroit seulement, ces chrysalides furent tuées par *Spicaria farinosa.*

Seulement, il serait assez étrange que dans l'endroit nº 7, placé dans la partie du vignoble la plus infestée par le champignon, donc la plus favorable à son action, là encore, sur certaines souches, seules les chrysalides parasitées, donc affaiblies, aient été tuées par le champignon. Il me paraît que pour expliquer ces deux cas observés, l'action des Hyménoptères parasites serait la cause la plus simple à admettre.

Les parasites apporteraient donc sur les souches non infestées, les premières spores, contamineraient les premières chrysalides qui formeraient les noyaux de foyers d'où l'infection rayonnerait ultérieurement.

Le mécanisme de la dissémination des spores par les Hyménoptères parasites est facile à comprendre. A l'automne, pour pondre, les Insectes parasites, en explorant les écorces, viennent facilement en contact avec les spores des chrysalides déjà momifiées et les emportent avec eux. Au moment de la ponte, il suffit que ces spores soient déposées sur la chrysalide ou sur son cocon ; la ponte terminée, il y a toujours un épanchement de liquide au point de pénétration de la tarière : ce liquide en mouillant les spores les fera germer. Mais, cette germination peut avoir lieu sans aucun épanchement, comme nous avons vu dans les expériences faites en saupoudrant les chrysalides de l'Eudémis avec les spores. Dans ces dernières expériences, la contamination a toujours eu lieu tardivement, jamais avant vingt-cinq jours environ, et cela dans un milieu saturé d'humidité ; ce fait concorde bien avec les observations, faites dans la nature, où les larves d'Hyménoptères parasites ne furent tuées que la phase d'absorption des tissus de la chrysalide terminée.

Rapport de l'action des Hyménoptères parasites avec celle de Spicaria farinosa *var.* verticilloïdes *Fr.* — Dans un vignoble où le champignon n'est pas encore suffisamment disséminé, les Insectes parasites jouent un rôle très important. La contamination des chenilles ayant lieu principalement sous les écorces des

souches, par les spores où le mycélium des chrysalides déjà momifiées ce sont les Hyménoptères parasites qui transportent les spores d'une souche à l'autre, les disséminent dans tout le vignoble, forment de nouveaux foyers de contamination. Mais, celle-ci ayant gagné toutes les souches, le champignon devient l'ennemi le plus dangereux de ces Hyménoptères et, je crois qu'il est nécessaire d'insister sur ce point. Les larves d'Hyménoptères parasites qui passent l'hiver dans les chrysalides de l'Eudémis et de la Cochylis, sous les écorces de la Vigne, y trouvent probablement le plus sûr abri et ont le plus de chances de subsister jusqu'au printemps et de donner les insectes parfaits. En les y attaquant, le champignon peut singulièrement réduire leur nombre. Ainsi, 49 p. 100 des larves d'Ichneumonides parasites furent momifiés en 1923 par *Spicaria farinosa*. Quant au Chalcidide, *Dibrachys affinis* Masi, espèce la plus intéressante parmi les parasites des chrysalides, dans le vignoble examiné, dans une partie de celui-ci, durant l'hiver 1921-1922, sur 51 chrysalides parasitées par lui, 35 présentèrent des larves momifiées. Durant l'hiver de 1922-1923, sur 69 chrysalides parasitées, 8 seulement contenaient des larves vivantes. Comme chaque chrysalide renfermait plusieurs larves, sur un total de 900 larves de *Dibrachys affinis* trouvées, environ 700 à 750 avaient été tuées. Non seulement le champignon s'oppose à la multiplication d'une espèce parasitaire, mais il la menace même d'une complète disparition dans un endroit déterminé. Je ne vois pas de quelle manière, il serait possible d'intervenir dans le conflit entre le champignon et les parasites, pour tirer profit, simultanément de leurs deux actions, comme on a voulu le faire. Il me semble qu'on ne peut que choisir et favoriser l'une d'elles, suivant le milieu.

Dans un milieu défavorable au développement du champignon, tenter de le propager artificiellement serait contrecarrer l'action des parasites. Par contre dans un milieu propice au champignon, il n'y a qu'à favoriser son action, les parasites ne jouant qu'un rôle secondaire.

Comment utiliser le champignon observé, Spicaria farinosa *var.* verticilloïdes *Fron, pour lutter contre l'Eudémis.* — La pulvérisation de spores sur les souches ne me semble pas pouvoir être préconisée ; une fois mouillées les spores germent, ou perdent leur faculté germinative en se desséchant. Mais, même sans aucune intervention, dans le cas où le champignon trouve dans le vignoble les conditions convenables, il se développera et se propagera lentement, à moins qu'on ne s'oppose à ce développement. Et, chaque année, son action sera maxima, réglée seulement d'après les conditions du milieu, conditions sur lesquelles nous ne pouvons avoir aucune influence. Parmi les pratiques culturales s'opposant le plus au développement du champignon dans un vignoble, il faut surtout citer le décorticage qui enlève avec les écorces tous les organismes déjà momifiés, servant de foyers producteurs de spores.

Cependant, on pourrait activer l'action du champignon, il me semble, par

l'épandage à sec des spores mélangées à une poudre inerte quelconque (craie, marbre pilé, etc.), sur les souches, à l'automne, au moment où les chenilles, abandonnant les grappes, se retirent sous les écorces. En contaminant ainsi artificiellement les chenilles, on pourrait former sous les écorces des foyers d'infection pour les années suivantes. La production artificielle des spores nécessaires et leur conservation jusqu'au moment de leur emploi, devraient être soigneusement étudiées.

Avant de terminer cet exposé, j'insiste encore sur ce point que toute l'étude qui précède ne fut faite que d'après l'examen d'un même vignoble. Je me garderais donc bien de généraliser les conclusions auxquelles je suis arrivé.

Cependant, il est à prévoir que les faits doivent se passer de façon analogue dans les autres vignobles. Mais, pour le confirmer, des études nouvelles sont nécessaires.

Résumé et conclusion. — Le seul Champignon entomophyte que j'ai pu observer, *Spicaria farinosa*, var. *verticilloides* Fron, s'attaque aux chenilles et aux chrysalides de l'Eudémis, à leurs parasites et hyperparasites.

1° *Action des facteurs du milieu sur le développement de* Spicaria farinosa *var.* verticilloides *Fron.* — a. *Humidité.* — La sporulation atteint son maximum d'activité dans un milieu saturé d'humidité. Les filaments fertiles du mycélium se développent même dans l'eau et fructifient en arrivant à la surface.

b. *Température.* — La germination des spores et le développement du mycélium sont moins influencés par la température que le développement des filaments fertiles. Les spores germent de 0 à 35° et, certainement même au-dessous de 0°. La fructification, par contre, ne peut avoir lieu qu'au-dessus de 6 à 8°, et au-dessous de 30°. Elle est optimum de 23 à 24°.

c. *Milieu nutritif.* — Les réserves nutritives des spores leur permettent de germer et de donner de nouvelles spores dans un milieu convenablement humide. Parmi les corps expérimentés, dans les deux sucres, saccharose et glucose, le mycélium seul se développa ; par contre, dans les solutions de peptone et de glycogène, plusieurs cultures successives du champignon furent possibles.

2° *Action de l'arsenic sur le développement des spores.* — Le développement du champignon fut retardé dans une solution de peptone contenant 0,5 p. 100 d'arséniate de soude. Il n'eut pas lieu dans la même solution à 1 p. 100 d'arséniate de soude.

3° *Faculté germinative des spores.* — La faculté germinative des spores diminue avec leur âge. Dans un milieu sec, elle peut durer jusqu'à un an. Dans un milieu complètement sec, à la température de 30 à 31°, des spores résistèrent durant cinquante jours environ, avant de perdre leur faculté germinative.

4° *Durée de la vie des sclérotes.* — Dans certaines conditions, les sclérotes des chrysalides et des chrysalides et des larves momifiées peuvent conserver leur vitalité et la possibilité d'émettre de nouvelles spores pendant plus d'un an.

5° *Contamination artificielle.* — *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron, est très pathogène pour les chenilles et les chrysalides de l'Eudémis, pour les chenilles de la Pyrale de la Vigne. Il l'est moins pour les larves du Ver à soie.

6° *Mécanisme de l'infection.* — Dans les conditions d'humidité convenables, les spores mises en contact avec les organismes ayant servi pour les expériences, se conduisent comme si elles étaient déposées sur un milieu nutritif quelconque. Les filaments fertiles s'y développent aussi rapidement, et avant la mort des organismes infectés. Si l'humidité du milieu est insuffisante, le mycélium seul se développe, à l'intérieur de l'organisme.

7° *Effet de la culture artificielle du champignon sur son pouvoir pathogène.* — Le pouvoir pathogène des spores du champignon vis-à-vis des mêmes hôtes fut faiblement atténué par la culture sur les milieux artificiels G. S. P. (1) et Pomme de terre, durant plus d'un an (7 à 8 repiquages successifs). Il ne fut nullement atténué par la culture sur le milieu nutritif minéral sans gélose, durant plus de trois mois (4 repiquages successifs).

8° *Action et possibilité d'emploi du Champignon entomophyte étudié.* — La mortalité provoquée par *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fr. chez les chrysalides de l'Eudémis fut de 76 p. 100 dans certaines parties du vignoble observé durant l'hiver 1921 à 1922 ; elle fut de 24 p. 100 pour l'ensemble du même vignoble durant l'hiver 1922 à 1923.

L'action du champignon fut très variable suivant les différentes parties du vignoble, et dans une même partie d'une souche à l'autre. Mais, les parties les plus attaquées furent celles les plus humides, les plus herbeuses et qui, au même temps, abritèrent le plus d'Hyménoptères parasites.

La contamination de l'Eudémis par le champignon, doit avoir lieu soit, lorsqu'à l'état de chenille elle se retire sous les écorces des souches pour y chercher un abri pour l'hiver, et où elle rentre en contact avec les spores formées sur les chrysalides déjà momifiées ; ou, plus tard, en hiver, à l'état de chrysalide, par le mycélium provenant des organismes voisins momifiés.

Dans le vignoble observé, la propagation des spores d'une souche à l'autre a dû surtout se faire par l'intermédiaire des Hyménoptères parasites, qui, transportant les spores en infestent les chrysalides dans lesquelles ils pondent. Il n'est pas possible donc de coordonner comme on l'a voulu, l'action du champignon parasite et celle des insectes parasites, pour en tirer profit simultanément.

(1) La composition chimique de ce milieu nutritif est donnée p. 76.

Les procédés indiqués pour augmenter l'action du champignon étudié, comme les pulvérisations des spores me semblent devoir être rejetés, les spores mouillées perdant leur pouvoir germinatif. Seul l'épandage des spores à sec, en automne, serait à étudier. Le buttage, dans les régions où il est pratiqué, a une action des plus favorables.

BIBLIOGRAPHIE

1915. Feytaud (Dr J.). — Recherches sur l'Eudémis et la Cochylis (*Ann. Serv. Epiph.* II, p. 224).

1911. Fron (G.). — Recherches sur les parasites végétaux de la Cochylis et de l'Eudémis (*Bull. Soc. mycol. de France*, XXVII, p. 481).

1912. — — Recherches sur les parasites végétaux de la Cochylis et de l'Eudémis (*Bull. Soc. mycol. de France*, XXVIII, p. 151).

1913. — — Recherches sur les parasites végétaux de la Cochylis (*Ann. Serv. Epiph.*, I, 1910).

1900. Laborde. — Étude sur la Cochylis et les moyens de la combattre par les traitements d'hiver (*Rev. de Viticult.*, XXIV, p. 225).

1912. Marchal (P.). — Rapport sur les travaux accomplis par la mission d'étude de la Cochylis, de l'Eudémis pendant l'année 1911, Paris, 1912.

1913. Moult (Léopold Le) — La destruction des insectes nuisibles par les parasites végétaux (*Pr. agr. et vit.*, 2e sem., p. 239, 265, 297).

1915. Paillot (A.). — Les microorganismes parasites des insectes (*Ann. Serv. Epiph.* II, p. 188).

1917. — — Question du *Beauveria globulifera* (*Ann. Serv. Epiph.*, IV, p. 331).

1904. Picard (F.). — Les champignons parasites des insectes et leur utilisation agricole (Montpellier, 1904).

1913. Picard (F.). — La Teigne des Pommes de terre (*Ann. Serv. Épiph.*, I, p. 106).

1893. Sauvageau et Perraud. — Sur un champignon parasite de la Cochylis (*C. R. des Sc.*, 17 juillet).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES INSECTES PARASITES DE L'EUDÉMIS (*POLYCHROSIS BOTRANA* SCHIFF. ET DE LA PYRALE DE LA VIGNE *OENOPHTHIRA PILLERIANA* SCHIFF.)

Par P. Voukassovitch,

Préparateur auxiliaire à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Les parasites de l'Eudémis et de la Pyrale de la Vigne ont déjà à plusieurs reprises été étudiés dans les divers pays viticoles, mais nos connaissances à cet égard sont encore fort incomplètes. J'ai repris la même étude à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse et dans les pages suivantes je donnerai un résumé des travaux poursuivis durant les trois années, de 1921 à 1924 (1).

Je m'occuperai dans le premier chapitre des parasites et des hyperparasites de l'Eudémis ; dans la deuxième de ceux de la Pyrale, et enfin la troisième partie sera consacrée à l'étude de l'emploi possible des parasites observés dans la lutte contre les deux Lépidoptères.

I. Insectes parasites de l'Eudémis. — L'étude des parasites de l'Eudémis (qui doivent, pour la plupart, être les mêmes que ceux de la Cochylis), est relativement récente. Les premiers Hyménoptères parasites furent signalés en France par J. Laborde en 1900. En 1912, M. Marchal, dans son rapport sur les travaux accomplis par la Mission d'étude de la Cochylis et de l'Eudémis, donna la liste de 16 Hyménoptères, dont 14 Ichneumonides et 2 Chalcidides, et d'un Diptère, observés comme parasites de l'Eudémis et de la Cochylis. En Italie Silvestri (1912) en Allemagne, Schwangart (1913), et en Autriche-Hongrie Catoni et Fulmeck (1915) observèrent de nombreuses espèces d'Hyménoptères comme parasites de ces deux insectes. En somme, jusqu'à présent, une trentaine d'espèces d'Hyménoptères et une espèce de Diptère furent signalées comme parasites des deux Lépidoptères.

Dans mes études, poursuivies à Monlon, propriété de l'Institut agricole

(1) Des données plus complètes sur la biologie des parasites ici mentionnés se trouvent dans mon mémoire sur l'Eudémis et la Pyrale de la Vigne, publié comme *Thèse de la Faculté des Sciences de Toulouse*, Toulouse, 1924.

de l'Université de Toulouse, de 1921 à 1924, j'ai obtenu des chenilles et des chrysalides de l'Eudémis, plusieurs espèces d'Hyménoptères dont certaines encore non signalées. La majorité de ces espèces fut obtenue des chrysalides d'hiver, et un très petit nombre des chenilles d'été.

Voici la liste de ces espèces :

a. ICHNEUMONIDES : 1° *Pimpla alternans* Grav. ; 2° *P. turionellae* L. ; 3° *Omorgus difformis* Gmel. ; 4° *Hemiteles melanarius* Grav ; 5° *Dicaelotus pusillus* Holmgr. ; 6° *D. erythrostoma* Wesm. ; 7° *D. parvulus* Wesm.

b. CHALCIDIDES. — 8° *Dibrachys affinis* Masi ; 9° *Eupelmus urozonus* Dalm. ; 10° *Pteromalus deplanatus* Nees ; 11° *Dibrachys boucheanus* Ratz.

Sur 11 espèces citées, les sept suivantes : *Pimpla alternans*, *P. turionellae* ; *Omorgus difformis ; Dicaelotus pusillus*, *D. erythrostoma*, *D. parvulus* et *Dibrachys affinis* sont parasites primaires de l'Eudémis. Parmi elles les 3 *Dicaelotus* ne furent encore, sauf erreur, signalés dans aucun pays comme tels ; d'autre part, *Dibrachys affinis* ne fut pas encore trouvé en France.

Les trois *Dicaelotus* furent relativement les plus nombreux parmi les Ichneumonides observés. Tous les exemplaires furent obtenus des chrysalides hivernales de l'Eudémis. Les éclosions eurent lieu au mois d'avril, sauf pour *Dicaelotus parvulus* où elles furent beaucoup plus précoces (fin février début de mars).

Le parasite le plus important que j'ai pu observer durant les trois hivers de 1921 à 1924 a été *Dibrachys affinis*. Sa biologie a été déjà étudiée par SILVESTRI (1912) qui l'a obtenu pour la première fois à Portici des chrysalides de l'Eudémis et des cocons d'*Anilastus ebeninus* et *Apanteles glomeratus*.

Je n'ai pu l'observer dans la nature que comme parasite des chrysalides hivernales de l'Eudémis et une seule fois d'une autre chrysalide d'espèce indéterminée.

Les chrysalides de l'Eudémis parasitées présentent les téguments desséchés, de couleur terne, les segments abdominaux bien étirés ; elles sont donc relativement plus longues et plus effilées que les chrysalides non parasitées. Dans presque tous les cas, les chrysalides, parasitées, recueillies dès le 16 novembre, contenaient des larves déjà parvenues à leur complet développement et, de la chrysalide même, il ne restait que la couche chitineuse. Deux fois seulement, j'ai pu observer des larves toutes jeunes. Elles se trouvaient à l'intérieur de la cavité générale des chrysalides, nageant librement dans les liquides provenant de la décomposition des tissus, ou fixées fortement contre les restes de ceux-ci. Le nombre de larves trouvées dans une même chrysalide fut très variable.

D'après SILVESTRI, dans une chrysalide on peut trouver de 4 à 14 larves, le nombre moyen étant de 6. Sur 55 chrysalides que j'ai observées, celles contenant de 5 à 7 larves étaient les plus nombreuses.

L'élevage artificiel de *Dibrachys affinis* n'a pas présenté de difficultés.

Les éclosions des insectes au printemps doivent se produire ordinairement

au mois d'avril. Au laboratoire, en 1922, à cette époque, les premiers insectes sont éclos et sortirent des chrysalides trouvées dans le vignoble. En 1923, des écorces prélevées au vignoble le 2 avril, j'ai obtenu les premiers insectes le 20 avril, et les derniers, le 30 avril. Les premiers papillons de l'Eudémis ont commencé à sortir des mêmes écorces le 1er mai. Les éclosions de parasites n'ont donc précédé que de fort peu celles de leurs hôtes.

La sortie des insectes se fait par une ouverture à contour irrégulièrement circulaire de 0mm,6 à 0mm,8 de diamètre, découpée dans les téguments de la chrysalide, le plus souvent dans la partie thoracique. Les mâles éclosent en premier et, dans les cas observés, restèrent à côté de la chrysalide de laquelle ils venaient de sortir, ou sur elle, en attendant la sortie des femelles pour les féconder aussitôt.

Les femelles, fécondées de suite après l'éclosion et laissées avec des chrysalides, commencèrent à pondre après vingt-quatre à quarante-huit heures.

J'ai décrit ailleurs les différentes phases de la ponte en détail.

En finissant de percer les téguments de la chrysalide, l'insecte enfonce complètement la tarière avec un mouvement lent et continu, puis reste ainsi immobile, une vingtaine de secondes et la retire ensuite presque entièrement. Ce premier mouvement fut observé dans toutes les pontes plus ou moins nettement, et doit répondre à un acte bien déterminé. Il est à mon avis vraisemblable que c'est à ce moment que l'insecte tue la chrysalide ou la paralyse. La ponte suit aussitôt après. Chaque ponte comporte plusieurs œufs. Elle dure plus ou moins longtemps, généralement une quinzaine de minutes, mais aussi souvent, une demi-heure.

La ponte finie, je n'ai jamais vu les femelles absorber le liquide qui vient sourdre au point où la pénétration de la tarière a eu lieu ; mais, le plus souvent, surtout les femelles fraîchement écloses, choisissent un autre endroit sur la même chrysalide et une deuxième ponte recommence immédiatement après la première. J'ai vu un des insectes pondre ainsi quatre fois dans un laps de temps de deux à trois heures.

Aucun instinct n'entre donc en jeu pour faire connaître aux femelles les chrysalides qui ont reçu leurs pontes et les en éloigner. Les femelles essayèrent même de pondre sur des chrysalides mortes ou vides, d'où le papillon était éclos. Mais la pénétration de la tarière accomplie, la femelle la retira plus ou moins vivement.

La majorité des pontes observées furent faites sans distinction, sur toute la partie thoracique de la chrysalide. C'est presque exceptionnellement, que j'ai vu des femelles essayant de pondre sur leur abdomen.

Les chrysalides réagissent parfois fortement, tandis que la femelle essaye de percer leurs téguments, mais sans que celle-ci interrompe son travail, sauf dans le cas où elle se trouve rejetée. En se cramponnant à la chrysalide, elle continue, souvent violemment ballottée, ses tentatives.

Dans la majorité des cas, de chrysalides n'ayant reçu qu'une seule ponte, cinq à huit insectes sont éclos, nombre correspondant à celui déjà observé chez les chrysalides en liberté.

Plusieurs femelles dont les pontes ont été suivies pendant toute la durée de leur vie, ont pondu respectivement 26, 28, 33 et 50 œufs.

Des œufs des femelles non fécondées, seulement des mâles sont éclos.

La durée du développement complet, depuis la ponte de l'insecte jusqu'à l'éclosion, fut dans deux cas observés d'environ trente-huit jours à la température moyenne de 15°,4 : de vingt-cinq jours à la température moyenne de 26° et de vingt et un jours à celle de 27°.

La durée de la vie sur les insectes observés en captivité se montra assez variable de sept à vingt-huit jours pour les femelles fécondées, de neuf à quarante six jours pour les mâles.

Un certain nombre de larves des Ichneumonides cités furent à leur tour hyperparasités par deux Chalcidides : *Pteromalus deplanatus* Nees et *Dibrachys boucheanus* (Ratzb) Thoms.

Pteromalus deplanatus fut très rare : je n'ai pu observer qu'une chrysalide d'Eudémis contenant quatre de ses larves. La larve de *Pteromalus deplanatus* est ectoparasite ; je l'ai trouvée plusieurs fois comme hyperparasite de *Goniozus claripennis*, parasite des chenilles de la Pyrale de la Vigne.

Dibrachys boucheanus est un insecte excessivement polyphage, vivant sur une foule d'hôtes comme parasite primaire dans certains cas, comme hyperparasite dans les autres. Comme j'ai pu le remarquer, il s'attaque aussi à ses propres larves et pond sur elles, aussi bien que sur les larves des autres insectes. Sa biologie fut en partie étudiée par SILVESTRI (1912) et F. PICARD (1922).

J'ai pu observer *Dibrachys boucheanus* surtout dans le courant de l'hiver 1922-1923. Sur une trentaine de chrysalides parasitées, trouvées au vignoble de Monlon, et contenant des larves d'Ichneumonides, cinq furent hyperparasitées par lui. De même, j'ai pu observer, en même temps, un certain nombre de cocons des parasites des chenilles de l'Eudémis, résidant sous les écorces, contenant des larves de *Dibrachys*.

Le nombre de larves, et plus tard d'insectes que j'ai obtenues d'une chrysalide, a varié de 3 à 7.

Les premières éclosions des insectes parfaits, des écorces prises au vignoble de Monlon, le 2 avril 1923, eurent lieu en même temps que celles de *Dibrachys affinis*, le 25 avril, et se poursuivirent jusqu'au 5 mai.

La ponte fut toujours précédée ou suivie d'un acte de nutrition, la femelle secrétant pour se nourrir, un tube mucilagineux d'aspiration le long de sa tarière, qui, fixé sur le corps de l'hôte, lui permet, n'étant pas en contact direct avec lui, d'en aspirer les liquides (1).

(1) Ce fait fut déjà observé en 1921 par LICHTENSTEIN chez *Habrocytus cionicida* et TROUVELOT chez *Habrobracon Johansenni* Vier.

La formation de ce tube de succion a lieu aussi bien avant qu'après la ponte, mais le plus souvent après celle-ci.

Les œufs, entretenus à la température moyenne de 15 à 16°, furent trouvés éclos le sixième jour après la ponte.

En sortant de l'œuf, les larves toutes petites, sont de couleur blanche presque transparente et les segments du corps sont bien visibles. Elles se fixent sur le corps de l'hôte par une extrémité plus effilée que l'autre, pas très loin de leur coque, difficilement visible une fois vide et toute froissée.

Les larves observées ne restèrent pas tout le temps fixées à un même endroit : elles se déplacèrent continuellement dans l'intervalle de quelques heures. Leur croissance fut très rapide et inégale, variant d'une larve à l'autre. Elles sont, durant tout leur développement, des ectoparasites.

La durée totale du développement fut, dans les cas suivis, de quarante-cinq jours pour les insectes mâles, et de quarante-sept jours pour les insectes femelles, à la température moyenne de 15°,5 (13° à 17°,5).

A la température moyenne de 22°,2, le développement complet, depuis la ponte jusqu'à l'éclosion de l'insecte adulte, eut lieu en dix-sept jours pour les insectes femelles. A 30°, le développement n'eut pas lieu et les œufs gardés à cette température n'ont pas éclos.

Sur les onze espèces d'Hyménoptères que j'ai obtenues des chenilles et des chrysalides de l'Eudémis, il reste encore deux espèces, *Hemiteles melanarius* et *Eupelmus urozonus*, pour lesquelles je ne suis pas certain qu'il s'agisse de parasites ou d'hyperparasites. Mais il me paraît démontré qu'*Eupelmus urozonus* doit être regardé comme un hyperparasite des divers parasites primaires des chrysalides de l'Eudémis. Je ne peux rien préciser quant à *Hemiteles melanarius*.

II. Insectes parasites de la Pyrale de la Vigne. — Les Hyménoptères parasites de la Pyrale de la Vigne ont relativement été moins étudiés que ceux de l'Eudémis et à part quelques rares auteurs, presque uniquement par Audouin (1842) qui avait signalé comme étant dans ce cas : 5 Ichneumonides, 9 Chalcidides, 1 Prototrypide, 1 Euménide et 1 Tachinaire.

Plus tard, deux nouvelles Tachinaires furent mentionnées par V. Mayet (1905) et Sicard (1908). Enfin, dans le *Catalogue des Hyménoptères de France* de J. de Gaulle (1906-1907), deux autres Ichneumonides sont encore cités.

D'après ces auteurs, la liste des parasites de la Pyrale, trouvés en France jusqu'à présent, comprendrait 18 Hyménoptères et 3 Diptères. Il convient de dire que parmi les Hyménoptères cités par Audouin, certaines espèces, notamment des Chalcidiens, sont probablement des hyperparasites. Pour l'une d'elles, *Chalcis minuta* Nees, Sicard est tout à fait catégorique, et affirme qu'elle n'est qu'un hyperparasite des larves de Tachinaires parasites primaires de la Pyrale. D'après mes observations, trois autres espèces de Chalcidiens : *Pteromalus com.*

munis Nees ; *P. cupreus* Nees ; *P. deplanatus* Nees doivent être de même regardées comme hyperparasites de la Pyrale, et même, une quatrième espèce, *Pteromalus ovatus* Nees l'est probablement.

J'ai repris cette étude des parasites de la Pyrale en 1922 et 1923 dans la région de Carbonne (Haute-Garonne) où une partie des vignobles est envahie depuis une dizaine d'années par cet Insecte.

Les espèces d'Hyménoptères et de Diptères que j'ai obtenues ne sont pas comprises, pour la plupart, parmi celles déjà mentionnées jusqu'ici. Ce sont :

Parmi les HYMÉNOPTÈRES :

a. 9 ICHNEUMONIDES : *Pimpla turionella* L. ; *P. alternans* Grav. ; *P. examinator* F. ; *P. maculator* F. ; *Angitia fenestralis* Holmgr. ; *A. tibialis* Grav. ; *Phaeogenes semivulpinus* Grav. ; *Ph. mysticus* Wsm.»; *Exochus gravipes* Grav. ;

b. 2 BRACONIDES : *Microdus tumidulus* Nees, var. 1 Marshall ; *Apanteles albipennis* Nees ;

c. 3 CHALCIDIDES : *Elachertus affinis* Masi ; *Chalcis intermedia* Nees ; *Pteromalus ovatus* Nees ;

d. 1 PROCTOTRYPIDE : *Goniozus claripennis* Forst.

Parmi les DIPTÈRES : 5 TACHINAIRES : *Nemorilla floralis* Fallen ; *Erynnia nitida* Rob. Desr. ; *Pales pavida* Meig. ; *Discochaeta evonymellae.* Ratz. (1844) (*Rœseliay yponomeutae* Rond. (1861), *Thryptocera cognata* (1862) ; *Phryxe* (*Zenillia*) *roseanae* Br. Berg. (*picipes* Rond *verosim.*) (1)

Hyménoptères parasites de la Pyrale. — Parmi ces espèces, celles qui avaient été déjà signalées sont : *Pimpla alternans* Gr. ; *Pteromalus ovatus* Nees ; *P. cupreus* Nees et *Erynnia nitida* Rob. Desv.

Le nombre des parasites de la Pyrale de la Vigne trouvés jusqu'à présent en France serait donc environ de 28 Hyménoptères et de 7 Diptères. Mais cette liste n'est pas close, et elle est certainement beaucoup plus étendue. Pour ma part, j'ai pu constater l'existence de quelques autres espèces d'Ichneumonides non encore déterminées.

Certains de ces parasites paraissent d'ailleurs être très rares, car, en deux ans, je n'ai pu en observer que deux ou trois exemplaires.

C'est le cas de : *Pimpla turionellae*, *P. alternans*, *P. examinator*, *Phacogenes semivulpinus*, *Ph. mysticus*, *Exochus gravipes*, *Microdus tumidulus*, *Elachertus affinis* et *Pteromalus ovatus*.

Parmi ces espèces, j'ai pu observer *Pimpla examinator* comme parasite d'une *Hyponomeuta* sp. vivant sur *Salix alba* et trouver, dans ce cas, comme ses hyperparasites les espèces suivantes de Chalcidides : *Pteromalus communis* Nees, *Pteromalus* sp. ; *Tetrastichus crassinervis* Thoms ; *Entedon* sp.

Les autres espèces furent plus ou moins nombreuses, mais le nombre d'exemplaires obtenus de chacune d'elles, varia beaucoup d'une année à l'autre.

(1) Je remercie MM. FERRIÈRE et VILLENEUVE qui ont bien voulu se charger de la détermination des Hyménoptères et des Diptères que je leur ai confiés et me donner divers renseignements à leur sujet

Dans mon mémoire déjà cité sur l'Eudémis et la Pyrale (1924), j'ai donné de nombreux détails sur la biologie de ces diverses espèces Je me contenterai dans cet exposé de signaler les faits les plus saillants du développement et de la vie de quelques-unes d'entre elles :

Angitia fenestralis Holmgr. Dès que la larve de ce parasite est dégagée de la chenille de la Pyrale, sans s'éloigner de la dépouille de cette dernière, elle commence à faire son cocon. Celui-ci est allongé, régulier de forme. Sa grandeur varie d'une larve à l'autre. Il est tissé dans le fourreau même de la chenille, tout auprès d'elle et, dans tous les cas observés, j'ai vu qu'il était orienté dans le même sens, le pôle anal tourné vers les restes de la chenille.

Sur les 25 cocons d'*Angitia fenestralis* trouvés en 1923, deux, parmi ceux recueillis à fin juillet furent hyperparasités. Il s'agissait, dans un cas, d'une petite nymphe, probablement d'un Chalcidien, placée à côté des restes de la larve d'*Angitia*. Elle n'a pas éclos. Dans le deuxième cas, j'ai obtenu d'un cocon d'*Angitia*, une femelle de *Pezomachus nigritus* Forst. qui, nourrie avec de l'eau sucrée, vécut plus d'un mois.

Angitia tibialis Grav. Plusieurs exemplaires de cette espèce furent obtenus des chenilles de la Pyrale, en 1922, au même moment où les éclosions d'*Angitia fenestralis* eurent lieu. *A. tibialis* parasite des chenilles parvenues au même stade de développement que chez la première espèce ; son cocon est semblable au sien avec cette seule différence qu'il est légèrement plus gros.

Apanteles albipennis Nees. — Dans tous les cas, j'ai observé les larves de cette espèce comme parasites solitaires des chenilles de la Pyrale aux premiers stades de leur développement. La ponte doit avoir lieu sur des chenilles très jeunes, ayant moins de 5 millimètres de longueur, parce que celles de cette taille trouvées dans la nature étaient déjà parasitées. Au moment de la sortie des larves parasites, les chenilles ne mesurèrent plus que 7 à 9 millimètres de longueur. De couleur jaune clair, les larves parasites firent leur cocon auprès des chenilles, toujours disposé par rapport à celles-ci, de la même façon que chez les *Angitia* observées. Le cocon est complètement blanc, à tissu serré, dur, brillant et lisse du côté interne, fixé au support par des fils partant de ses deux extrémités.

L'insecte sortit du cocon en découpant à l'une des extrémités une petite calotte très circulaire.

Chalcis intermedia Nees. — Je n'ai obtenu cette espèce qu'en 1923, de chrysalides de la Pyrale et, parmi les parasites que j'ai pu observer, elle a été un de ceux le plus fréquemment rencontrés. Les premières éclosions eurent lieu le 22 juillet pour se poursuivre jusqu'au 11 août. La sortie des insectes se fait par une ouverture pratiquée dans la partie antérieure de la chrysalide. De

celle-ci, il ne reste que les téguments ; son extrémité anale est remplie par les excrétas rejetés par la larve parasite.

Les insectes, éclos à fin juillet ou au début d'août, se montrèrent fort peu actifs, leurs mouvements toujours lents. Sur une trentaine d'insectes gardés, je ne pus jamais voir, durant le jour, un seul accouplement, ni même d'attirance entre les sexes.

Comme hyperparasites de *Chalcis intermedia*, j'ai pu observer les trois espèces suivantes de Chalcidides : *Habrocytus obscurus* Dahn ; *Monodontomerus aereus* Walk ; *Entedon* sp.

J'ai obtenu un seul exemplaire d'*Habrocytus obscurus*, une femelle, d'une chrysalide de la Pyrale qui, ouverte, présenta une nymphe de *Ch. intermedia* en partie consommée. J'ai pu observer la même espèce comme hyperparasite des Tachinaires parasites de la Pyrale, et étudier d'assez près sa biologie.

Comme chez l'espèce précédente, je n'ai obtenu qu'un seul exemplaire de *Monodontomerus aereus*, à fin juillet.

Sa larve, peu agile et ayant le corps tout couvert de poils, est ectoparasite.

Goniozus claripennis Först. — Ce Béthylide s'attaque aux chenilles de toutes les grosseurs, aussi bien très jeunes, que déjà parvenues à la taille définitive. La femelle, pour pondre, pénètre peu à peu, très lentement, dans le fourreau de la chenille de la Pyrale, et, une fois à l'intérieur, saute brusquement sur elle, s'y agrippe et lui enfonce son court stylet terminal dans le corps (1). Presque aussitôt, la chenille est insensibilisée et reste immobile durant deux à trois heures après lesquelles elle se réveille assez brusquement, se file un nouveau fourreau et continue à manger jusqu'à l'éclosion des œufs déposés à la surface de son corps. La ponte est toujours précédée par un acte de nutrition, l'Hyménoptère aspirant longtemps le liquide s'écoulant de la blessure de la chenille. Il retire parfois celle-ci complètement de son fourreau en se servant de ses mandibules, et la dispose pour pouvoir pondre à son aise. Le nombre d'œufs pondus sur une chenille varie de un à huit. Tous sont profondément incrustés dans la peau de la chenille, sur la surface dorsale, et souvent placés symétriquement, deux par deux, par anneau. Les pontes se suivent d'un jour à l'autre, pendant longtemps. J'ai toujours vu les œufs, pondus par les femelles tenues isolées des mâles, être féconds et produire uniquement des mâles. Les larves, après leur sortie des œufs, restent fixées à l'endroit même où l'œuf avait été déposé. L'extrémité antérieure de leur corps est terminée par un suçoir qui reste enfoncé dans le corps de la chenille. En absorbant ainsi les humeurs de celle-ci, la larve grossit très vite. La croissance larvaire se produit en présentant les mêmes

(1) M. Delmas, préparateur à la Faculté, a aussi vu l'insecte s'attaquer brusquement à une grosse chenille hors de son fourreau, la maîtriser et la piquer.

particularités qu'AUDOUIN (1842) a décrites chez *Goniozus Audouini*. L'absorption de la nourriture est terminée après trois jours environ, puis les larves abandonnent la chenille, se tissent un cocon et se transforment en nymphes vers le treizième jour qui suit la naissance. L'éclosion de l'insecte parfait a lieu vers le dix-neuvième jour. A la température moyenne de 18 à 20° la durée du développement depuis la ponte jusqu'à l'éclosion de l'insecte adulte fut de trente-six jours.

Goniozus claripennis me paraît être un des parasites pouvant rendre de très grands services. Il peut s'attaquer aux chenilles à presque tous les stades de leur développement ; et les insectes, éclos à fin juin ou au début de juillet, des œufs pondus en mai, peuvent rester dans le vignoble, où se trouvent encore des chenilles de toutes les grosseurs. Comme chaque femelle pond plusieurs fois et que chaque ponte est de plusieurs œufs, la puissance de multiplication de l'espèce est suffisamment grande pour que, les conditions du milieu aidant, elle puisse provoquer, à un moment donné, une grave mortalité chez les chenilles.

Je dois cependant ajouter que, pour pondre, les femelles m'ont paru rechercher surtout les chenilles ayant de 8 à 12 ou 14 millimètres de longueur. Le temps durant lequel les chenilles peuvent être parasitées se trouverait alors sensiblement réduit, et les insectes éclos dans le vignoble en juillet, ne chercheraient et ne parasiteraient que des chenilles dont la croissance aurait été retardée et qui se trouveraient en assez petit nombre. Des recherches nouvelles sont nécessaires pour préciser ce point.

Goniozus claripennis fut lui-même hyperparasité par un assez grand nombre de Chalcidides. Ainsi, sur 16 de ses larves trouvées le 11 juillet, une était parasitée ; le 20 juillet, sur 60 larves observées, 5 ou 6 étaient parasitées, et le 29 juillet, sur 40 larves et nymphes, 10 étaient parasitées.

Comme hyperparasites de *Goniozus*, j'ai trouvé les espèces suivantes de Chalcidides : *Eupelmus urozonus* Dalm. var. ; *Elasmus flabellatus* Fonsc. ; *Pteromalus cupræus* Nees ; *P. deplanatus* Nees ; *P. eucertus* Ratz. ; *Catolaccus ater* Ratz.

Les femelles de l'une des espèces citées : *Pteromalus eucertus*, sécrètent pour se nourrir un tube mucilagineux de la même façon que les femelles de *Dibrachys boucheanus*. Les œufs pondus par les femelles vierges d'une autre espèce, *Catolaccus ater* ne donnèrent que des mâles.

Diptères parasites de la Pyrale de la Vigne. — Parmi les cinq espèces de Diptères parasites que j'ai pu observer, deux d'entre elles furent déjà signalées comme parasites de la Pyrale de la Vigne. Ce sont : *Erynnia nitida* Rob. Desv. et *Nemorilla floralis* Fall.

La plupart des espèces observées sont très polyphages. On a cité jusqu'à présent environ vingt espèces de Lépidoptères comme étant parasitées par

Nemorilla floralis Fall, 3 espèces par *Erynnia nitida*, 19 par *Pales pavida* Meig., 7 par *Discochaeta evonymellae* Ratz., et enfin 2 par *Phryxe roseanae*.

Dans la nature, la ponte sur des chenilles de la Pyrale doit avoir lieu lorsqu'elles sont relativement jeunes.

Tous les insectes obtenus sortirent des chrysalides ; dans un seul cas, la larve parasite abandonna le corps d'une chenille avant sa chrysalidation, au moment où celle-ci fut envahie par un champignon entomophyte, *Spicaria farinosa* var. *verticilloides*.

La présence du parasite dans les chenilles ne se dénonce par aucun caractère extérieur. Une fois celles-ci chrysalidées, les insectes deviennent plus ternes et plus noirs que les autres. La larve parasite se trouve dans leur partie antérieure. Elle se nymphose quelques jours après la chrysalidation des chenilles (sept jours dans un cas observé). Pendant la nymphose, sa pupe, placée vers le milieu de la chrysalide parasitée, fait éclater celle-ci le plus souvent suivant les plis thoraciques. La durée de ce stade fut de sept à onze jours dans les cas notés.

L'action générale des espèces de Tachinaires parasites fut faible, un peu plus forte en 1922 qu'en 1923.

Mais le nombre de Pyrales tuées par les mouches fut en somme excessivement faible.

Un certain nombre de pupes de Tachinaires parasites d'*Œnophthira* furent trouvées hyperparasitées par *Habrocytus fasciatus* Thoms., et par *Habrocytus obscurus* Dalm. Les insectes de la deuxième espèce furent de beaucoup les plus nombreux.

Dans tous les cas observés, un seul imago d'*Habrocytus obscurus* sortit de chaque pupe parasitée. Les femelles de cette espèce, ainsi obtenues, nourries à l'eau sucrée, vécurent de douze à trente-cinq jours. Mises en présence de pupes de *Calliphora* (*vomitoria?*) et de *Lucilia Caesar*, elles y pondirent facilement. La ponte dure ordinairement quatre minutes et ne comprend qu'un seul œuf. Le nombre d'œufs pondus par une femelle est élevé, il fut environ d'une centaine pour une femelle restée vierge.

Les œufs d'*Habrocytus obscurus* sont blancs, à chorions garnis de toutes petites saillies ; ils sont toujours simplement déposés sur la nymphe de la Mouche à un endroit quelconque.

Les larves sont vermiformes, à segments bien marqués, de couleur blanche sauf dans la région du tube digestif qui est très foncé. Elles sont ectoparasites, je les ai trouvées fixées n'importe où sur la nymphe de la Mouche.

La sortie des imagos des pupes parasitées se fait par une ouverture à contours irréguliers, découpée par l'insecte en un point quelconque du Diptère.

III. Utilisation des Insectes parasites de l'Eudémis et de la Pyrale de la Vigne. — L'action des parasites est le plus souvent présentée

comme cyclique. Par exemple, dans le cas des parasites de la Pyrale, d'après V. Mayet (1890), la grande abondance de celle-ci est la cause toute naturelle de la multiplicité extrême des parasites. Ces parasites, d'année en année, finissent par être si nombreux qu'à un moment donné, presque toutes les chenilles de la Pyrale sont infestées et cet insecte disparaît durant plusieurs années. Les parasites alors dans l'impossibilité de pondre, disparaissent à leur tour, jusqu'à ce que la Pyrale, étant redevenue nombreuse, de nouvelles conditions favorables à leur multiplication se présentent pour eux. Une semblable action cyclique ne fut en réalité jamais observée jusqu'à présent, en ce qui concerne les parasites de la Pyrale et ceux de l'Eudémis.

Par contre, le peu d'observations exactes qui existent démontrent que l'action des parasites des deux Lépidoptères est très irrégulière, variable d'une année à l'autre et suivant les endroits.

De quelle façon peut-on utiliser pratiquement l'action de ces parasites ? Nous n'envisagerons que l'emploi des espèces parasites indigènes.

a. *Parasites de l'Eudémis.* — L'action des parasites que j'ai observés dans le vignoble qui m'a servi de champ d'expériences, fut très faible au cours de la belle saison, aussi bien en 1922 qu'en 1923. En 1922, le nombre de chenilles trouvées parasitées peut être évalué à 4 ou 5 p. 100, et en 1923, à 2 p. 100 environ.

Cette action parasitaire fut beaucoup plus sensible chez les chrysalides hivernales, et ce fait fut déjà constaté plusieurs fois. Mais, ici, la faune parasitaire changea complètement d'une année à l'autre. Ainsi, pendant l'hiver de 1921 à 1922, je n'observai pas une chrysalide parasitée par les Ichneumonides, tandis qu'en l'hiver de 1922 à 1923, sur 173 chrysalides trouvées, 55, soit 31,7 p. 100, furent parasitées par ces insectes. Toutes ces espèces ne doivent donc être que des habitants passagers des vignobles, et, en dehors de l'Eudémis, elles doivent parasiter divers autres organismes.

Le seul parasite rencontré aussi bien en 1921-1922 qu'en 1922-1923, fut *Dibrachys affinis* et, durant ces deux hivers, la mortalité provoquée par lui fut élevée. De toutes les espèces citées, c'est celle qui semblerait la plus capable de vivre uniquement aux dépens de l'Eudémis, dont elle serait, en quelque sorte, le parasite spécifique.

Parmi les élevages tentés avec cette espèce sur divers organismes, ceux faits avec les chrysalides de l'Eudémis me donnèrent toujours les meilleurs résultats. *D. affinis* peut rester continuellement dans le même vignoble en ne parasitant que l'Eudémis. Il est vrai que, dans les cas observés, ses éclosions précédèrent de peu de jours les premières éclosions de l'Eudémis ; mais, vu le grand échelonnement de ces dernières, les femelles écloses durent toujours trouver des chrysalides pour y déposer leurs pontes. Les observations faites semblent confirmer cette supposition que l'insecte puisse vivre uniquement aux dépens de l'Eudémis ; durant trois hivers consécutifs, j'ai trouvé, sur

les mêmes souches, des chrysalides d'Eudémis parasitées par *D. affinis*. L'automne offre les conditions les plus favorables à son action, les dernières générations de l'insecte ayant à ce moment à leur disposition, le plus grand nombre de chrysalides prêtes à être parasitées.

Ce qui permet la présence constante de *D. affinis* dans un vignoble et ce qui rend cette espèce encore plus utile c'est la facilité et la rapidité de sa multiplication. Il suffit qu'une femelle rencontre une chrysalide pour y laisser sept à huit descendants femelles ; celles-ci, à leur tour, suivant les conditions du milieu, si suffisamment de chrysalides se trouvent à leur disposition, peuvent chacune en parasiter plusieurs. Et, si les conditions ne sont pas favorables, elles trouveront toujours, dans le vignoble, quelques chrysalides pour y déposer leur ponte et assurer momentanément la continuité de l'espèce. Par contre, un Ichneumonide, un *Dicaelotus* par exemple, pour laisser sept à huit descendants, doit trouver autant de chrysalides ; il lui faut donc un temps plus long et il court beaucoup plus de risques de périr avant d'avoir pu déposer ses œufs. Il semble donc que *D. affinis* est, pour le moment, l'espèce la plus intéressante parmi les parasites de l'Eudémis. D'ailleurs, Silvestri qui l'a déjà trouvée à Portici, a constaté que pendant l'hiver de 1910, 62 p. 100 des chrysalides ont été parasitées par lui, et il considère son action comme très importante. Dans mes observations, le pourcentage général des chrysalides parasitées fut de 48 p. 100, dont 16,3 p. 100 par *D. affinis* seul. Parmi ces Eudémis ainsi parasitées, certaines reçurent la ponte du parasite à l'état de chenilles, les autres après la chrysalidation. Dans le premier cas, les larves de quelques espèces, entre autres *Omorgus difformis*, abandonnent les chenilles avant leur transformation en chrysalides, et j'ai noté un certain nombre de cocons de ces espèces, trouvés sous les écorces, dans le fourreau des chenilles. Si on les ajoute aux précédentes, on voit que sur 248 Eudémis qui se rendirent à l'automne sous les écorces, 56 p. 100 furent parasitées, soit à l'état de chenilles, soit à l'état de chrysalides.

Sur les larves parasites d'Ichneumonides, 21 p. 100 furent hyperparasitées par *Dibrachys boucheanus* et 49 p. 100 furent momifiées par le champignon *Spicaria farinosa verticilloides* Fron. Quant à *Dibrachys affinis*, la mortalité que le même champignon a provoquée parmi ses larves fut très élevée. En l'hiver 1921-1922, sur 51 chrysalides parasitées, 35 présentèrent des larves momifiées. En l'hiver 1922-1923, sur 69 chrysalides parasitées, 8 seulement contenaient des larves vivantes.

Les parasites cités n'étant pas particuliers à l'Eudémis, leur présence dans le vignoble dépendrait donc de certaines conditions. Dans le vignoble de Moulon, l'action parasitaire fut nettement limitée à une partie longeant un petit cours d'eau, en bordure duquel croissaient diverses plantes. Là, dans un même endroit déterminé, pendant l'hiver 1921-1922, j'ai trouvé une dizaine de chrysalides parasitées uniquement par *Dibrachys affinis*, tandis qu'en l'hiver

1922-1923, j'y ai observé encore 8 chrysalides, mais, sur celles-ci, 7 présentaient cette fois des larves d'Ichneumonides. Le nombre de chrysalides parasitées était donc à peu près le même ; mais les parasites avaient changé.

Ces parties surtout parasitées, les mêmes d'ailleurs que celles où l'action de *Spicaria farinosa* s'est le mieux exercée, sont les plus humides du vignoble et, par suite de cette humidité les plus envahies par des plantes diverses. Ce furent surtout les premières rangées de souches longeant le cours d'eau qui présentèrent le plus grand nombre de chrysalides parasitées, celles-ci devenant de plus en plus rares en se dirigeant vers l'intérieur du vignoble.

La présence des plantes diverses fut nettement favorable à l'action parasitaire, ce qui n'est pas surprenant. Tous les parasites cités sont plus ou moins hages, pas un n'est parasite spécifique de l'Eudémis, ils ne peuvent vivre et se multiplier uniquement à ses dépens que dans des conditions exceptionnelles. Il leur faut des hôtes intermédiaires qui doivent les nourrir et les différentes plantes croissant près des souches jouent le rôle de plantes nourricières vis-à-vis de ces divers intermédiaires.

Quelle conclusion pratique tirer de cette observation? Nos vignobles actuels, bien entretenus, bien nettoyés, où seule la Vigne existe, sont des créations artificielles, se prêtant très peu à la vie et à la multiplication des parasites. Par contre, ils réunissent les conditions les plus favorables au développement des insectes ampélophages en leur offrant une abondante nourriture. L'équilibre naturel qui doit exister dans un milieu entre l'espèce parasitée et ses parasites est ici rendu impossible, à l'avantage de la première.

Si l'on veut tirer un profit de l'action parasitaire, il faut essayer de rétablir cet équilibre, en respectant, autant que possible, la présence des diverses plantes ou des arbustes à l'intérieur des vignobles ou près d'eux. Dans l'état actuel de nos connaissances, il me semble que c'est le seul moyen d'utiliser l'action des parasites observés.

b. *Parasites de la Pyrale.* — Le nombre d'espèces diverses signalées jusqu'à présent, comme parasites de la Pyrale de la Vigne est environ de 38, dont 31 appartiennent aux Hyménoptères et 7 aux Diptères. Mais, quoique ce nombre soit déjà assez important, la liste des parasites est loin d'être close. Pour ma part, j'ai pu trouver, dans la même région, plusieurs autres larves parasites, mais qui moururent sans donner naissance aux insectes adultes.

Comme chez les parasites de l'Eudémis, j'ai pu constater les grands changements de leur faune d'une année à l'autre. Un seul fit exception, *Angitia fenetralis* Holmgr., qui fut aussi nombreux en 1922 qu'en 1923. Parmi les autres, les Tachinaires parasites, *Apanteles albipennis* Nees, *Goniozus claripennis* Först., *Pimpla maculator* F., se trouvèrent dans les vignobles, ces deux années, mais en nombre très variable. Les autres espèces n'y furent remarquées qu'une seule année.

Les diverses espèces observées n'ont pas toutes la même importance. Par

exemple, *Apanteles albipennis*, les *Angitia*, *Microdus tumidulus*, *Goniozus claripennis* qui tuent les chenilles avant qu'elles aient pu occasionner de graves dégâts, sont beaucoup plus utiles que les parasites des chenilles parvenues à leur développement complet, ou que les parasites des chrysalides. L'action de ces derniers peut même être nulle, si les conditions se prêtent à ce que les femelles de la Pyrale laissent une ponte abondante, et à ce que les chenilles passent l'hiver sans subir une grande mortalité. L'action de tous les parasites considérés ensemble, fut, en général, faible, surtout si l'on tient compte du nombre élevé d'espèces trouvées.

Toutes les espèces que j'ai pu observer peuvent, encore moins que celles parasitant l'Eudémis, vivre uniquement de la Pyrale. Elles ne parasitent la Pyrale que soit à l'état de chenilles, ou soit à l'état de chrysalides. Seules, les deux *Pimpla* (*examinator* et *maculator*) paraissent pouvoir s'attaquer aussi bien aux chenilles qu'aux chrysalides.

Parmi les parasites des chenilles, une partie ne s'attaque qu'aux plus jeunes d'entre elles (les deux *Angitia*, *Apanteles albipennis*, *Microdus tumidulus*) ; l'autre partie parasite les chenilles parvenues vers la fin de leur développement (les deux *Pimpla* et les Tachinaires). Seul *Goniozus claripennis* peut parasiter les chenilles de n'importe quelle dimension, mais, il semble cependant, qu'il préfère celles de taille moyenne.

La Pyrale, à l'état de chenille, n'existe que pendant trois mois environ, de mai en août. Donc, toutes les espèces qui la parasitent à cet état, si elles ne vivent qu'aux dépens d'elle seule, doivent rester dès juillet jusqu'au mois de mai de l'année suivante, c'est-à-dire durant huit mois, au moins, à attendre la nouvelle apparition des chenilles de la Pyrale. Elles doivent passer cette période soit à l'état d'insectes parfaits, soit à l'état de larves ou de nymphe dans les cocons comme c'est le cas, durant l'hiver, pour certains parasites de l'Eudémis ou, enfin, à l'état d'œuf.

D'après Fr. Buhl (1911), Rassiga, à Maikammer (Allemagne), a constaté que certaines Tachinaires parasites de la Pyrale, passent l'hiver dans le sol et peuvent vivre uniquement d'elle, sans le secours d'aucun hôte intermédiaire. Je ne sais de quelles espèces il s'agit, mais les observations biologiques que j'ai faites sur les Hyménoptères et les Diptères trouvés, ne permettent pas de supposer que ces parasites restent à l'état d'insectes parfaits dans le vignoble, jusqu'à la nouvelle apparition de la Pyrale, l'année suivante. Je fais exception pour une espèce, *Chalcis intermedia*, dont la biologie demeure encore obscure. Les insectes adultes de toutes les autres espèces, gardés au laboratoire, nourris, n'ont vécu au maximum que deux à trois mois et durant ce temps ils ont mangé, ils se sont accouplés, ils ont essayé de pondre.

On peut objecter que les conditions dans lesquelles ils se trouvaient au laboratoire n'étaient pas les mêmes que dans la nature où ils se seraient peut-être conduits d'une autre façon. Mais, comme toutes ces espèces sont plus ou

moins polyphages, et présentent plusieurs générations par an, il est difficile d'admettre que les insectes de la deuxième ou troisième génération écloses en juin ou juillet, c'est-à-dire en plein été, restent dans le vignoble, en attendant plus de huit mois la réapparition de la Pyrale, sans essayer de trouver et de s'attaquer à d'autres hôtes. Cependant, si ces espèces ne passent pas, à l'état d'insectes parfaits, la période durant laquelle la Pyrale n'existe pas, peuvent-elles la passer à l'état larvaire ou nymphal? Sans exposer les différentes objections qui pourraient être faites contre cette hypothèse, je dois dire de suite que je n'ai pas trouvé de ces cocons à larves parasites ou de chrysalides de la Pyrale parasitées, sans que les parasites éclosent, déjà à fin juillet et encore moins en août. Même en admettant ce fait que le ralentissement du développement des larves de l'une des générations puisse se produire en plein été, ces larves se trouveraient dans des conditions d'existence excessivement mauvaises. Restant dans les feuilles, soit dans les cocons, soit dans les chrysalides de la Pyrale, elles seraient d'abord exposées durant plusieurs mois aux attaques des espèces qui les parasitent, et une fois les feuilles tombées, elles finiraient par périr avec elles.

Tout ce que j'ai exposé au sujet des espèces observées comme parasites des chenilles, se rapporte aussi bien à celles s'attaquant uniquement aux chrysalides. Mais, dans ce cas, les insectes de ces espèces doivent passer près de onze mois, soit à l'état adulte, soit à l'état de larves dans les chrysalides, en attendant l'époque de la nouvelle chrysalidation de la Pyrale, l'année suivante.

La dernière possibilité que ces espèces ont de passer l'époque durant laquelle la Pyrale est inapparente, est de la passer à l'état d'œuf. AUDOUIN supposait que *Chalcis minuta* qu'il obtint des chrysalides de la Pyrale, pondait dans toutes les jeunes chenilles, sortant des œufs, et que ses pontes ne se développaient qu'au printemps de l'année suivante.

Parmi les espèces que j'ai pu observer, seules celles obtenues des jeunes chenilles, *Apanteles albipennis*, par exemple, pourraient se trouver dans ce cas. Chez les espèces obtenues des chenilles parvenues à la moitié de leur taille définitive ou des chrysalides, étant donné la durée du développement de l'œuf et de la larve, variant de quatorze à trente jours environ, les pontes doivent avoir lieu sur des chenilles de grandeur différente suivant chaque espèce observée, mais toujours après leur sortie des écorces.

Mais, en admettant qu'*Apanteles albipennis* puisse pondre dans les chenilles dès l'éclosion des œufs, pendant qu'elles se rendent sous les écorces, il faut que les adultes éclos en juin restent dans le vignoble jusqu'en août, attendant que la Pyrale termine son développement, que ses papillons pondent et que les œufs éclosent.

En me basant sur les observations exposées, aucune des espèces d'Hyménoptères ou de Diptères que j'ai pu observer comme parasites de la Pyrale, ne peut vivre uniquement de celle-ci. Aucune de ces espèces n'est son parasite particulier et, lorsque la Pyrale commence à ne plus exister au stade de déve-

loppement convenant à chaque espèce parasite, elles sont obligées d'abandonner les vignobles et de chercher ailleurs d'autres organismes pouvant être parasités par elles.

Donc, aucune action cyclique, telle que l'ont comprise certains auteurs, notamment V. Mayet, que j'ai déjà cité, n'est possible avec les parasites observés.

Il est vrai que certaines espèces, par exemple *Angitia fenestralis*, *Goniozus claripennis*, peuvent parasiter la Pyrale durant une période relativement plus longue de son développement que les autres ; mais elles ne peuvent la suivre complètement, hiverner au vignoble et recommencer à la parasiter l'année suivante. Le grand nombre de chenilles ou de chrysalides trouvées parasitées une année, ne pourra donc jamais être l'indice de ce que l'invasion de la Pyrale touche à sa fin.

D'ailleurs, on remarque ordinairement dans ces cas, que ce sont une ou deux espèces qui apparaissent brusquement, provoquant une mortalité élevée chez leur hôte. Cette multiplication brusque d'une espèce doit être provoquée par la réalisation d'un ensemble de conditions particulières du milieu qui lui sont propices. Mais, d'une année à l'autre, ces conditions varient et, dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons les prévoir.

Il y a lieu de remarquer pourtant que l'abondance des Pyrales doit attirer les parasites. Mais, pour qu'ils puissent subsister durant plusieurs mois où l'insecte ne se présente pas à un stade de développement qui leur soit propice, il faut que d'autres hôtes, d'autres organismes se trouvent également en abondance dans le vignoble pour être parasités par eux. Aussi, comme pour l'Eudémis, nous arrivons à voir à nouveau l'importance primordiale des hôtes intermédiaires, dont la présence est indispensable pour que l'action utile des parasites observés puisse s'exercer.

Actuellement, la seule manière de favoriser cette action, serait de ménager autant que possible la végétation qui croît dans les vignobles et, parmi laquelle, doivent se trouver les plantes hospitalières servant d'abri et de nourriture aux divers hôtes intermédiaires des parasites observés. D'ailleurs, c'est dans les vignobles délaissés envahis par l'herbe, que j'ai toujours trouvé le plus grand nombre de Pyrales parasitées.

Conclusion. — Dans l'état actuel de nos connaissances des insectes parasites de l'Eudémis et de la Pyrale, nous ne pouvons pas encore entrevoir la véritable valeur de l'action parasitaire et surtout les moyens de l'utiliser. Les rares observations faites démontrent que cette action est très irrégulière, variant suivant les endroits et les années, très importante à un moment pour devenir souvent presque nulle par la suite.

Ce qui caractérise surtout cette action, et, en général, l'action des parasites, c'est son énorme complexité. Dans chaque cas étudié de parasitisme, on

se trouve toujours en présence d'un complexe de facteurs inhérents au parasite lui-même, à l'hôte parasité et au milieu dans lequel ils évoluent.

Nous pouvons arriver à connaître les facteurs principaux, qui nous permettront d'entrevoir le jeu, le mécanisme existant entre eux et préjuger ainsi des résultats à attendre. Mais, une quantité de facteurs secondaires, tertiaires, etc., échappent complètement à notre observation. Leur action faible par elle-même peut, dans certaines conditions, grandir démesurément ou, sans grandir, venir augmenter, renforcer l'action des autres. Une quantité infinie de combinaisons se forme et qui explique peut-être pourquoi les résultats des mêmes expériences souvent ne concordent pas entre eux.

Cette complexité s'oppose à la généralisation outrée des faits observés dans une espèce. Chaque espèce doit être observée et étudiée particulièrement. Dans les cas qui nous intéressent, ceux des parasites de la Pyrale et de l'Eudémis, il serait nécessaire de prolonger les études pendant plusieurs années encore, d'établir des dossiers pour chaque espèce parasitaire, d'en étudier ses hyperparasites, ses divers hôtes intermédiaires et les plantes hospitalières de ces derniers. Il va de soi que le même travail doit être entrepris pour chaque espèce, dans chaque région, pour qu'un contrôle des différents résultats obtenus puisse être fait. Le sujet présente de grandes complications, mais il paraît susceptible de conduire à d'intéressants résultats pratiques. Les données recueillies permettraient en effet d'envisager la possibilité de faire à l'air libre de véritables élevages artificiels des parasites, en gardant et en propageant, dans les vignobles, les plantes servant de nourriture aux différents organismes qu'ils attaquent. En attendant, il convient de respecter, autant que possible, la présence de la végétation variée qui croît dans les vignes.

BIBLIOGRAPHIE

1842. AUDOUIN (V.). — Histoire des insectes nuisibles à la Vigne et particulièrement de la Pyrale, Paris.

1911. BUHL (FR.). — Manière biologique de combattre l'Eudémis et la Cochylis (*Progrès agr. et vit.*, 1re sem., p. 546).

1915. CATONI. — Die Traubenwickler und ihre naturlichen Feinde in Sud Tyrol (*Zeitschrift für angewandte Entomologie*, Band. I, Heft 2).

1922. CAULLERY (M.). — Le parasitisme et la symbiose, Paris.

1906-1907. GAULLE (J. DE). — Catalogue des Hyménoptères de France (*La Feuille des Jeunes naturalistes*).

1900. LABORDE. — Étude sur la Cochylis et les moyens de la combattre par les traitements d'hiver (*Rev. de Viticult.*, t. XXIV, p. 225).

1921. LICHTENSTEIN (J.). — Sur la biologie d'un Chalcidien (*C. R. Acad. Sciences*, 2e sem., p. 733).

1912. MARCHAL (P.). — Rapport sur les travaux accomplis par la Mission d'étude de la Cochylis et de l'Eudémis pendant l'année 1911, Paris.

1890. MAYET (V.). — Les insectes nuisibles à la vigne. Montpellier.

1922. PICARD (F.). — Contribution à l'étude des parasites de *Pieris brassicae* L. (*Bull. biol. France et Belgique*, t. LVI, p. 55).

1915. SCHWANGART (Dr). — Das Traubenwickler Problem und das Programm des angewandte. Zoologie, Neustadt.

1908. SICARD (H.). — Un nouveau parasite de la Pyrale de la Vigne (*C. R. Acad. Sciences*, 2e sem., p. 941).

1912. SILVESTRI (F.). — Contribuzione alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro simbionti, III (*Boll. del Labor. di Zoologia gen. e agr. della R. Scuola super. d'Agricul. in Portici*, vol. VI).

1921. TROUVELOT (B.). — Observations biologiques sur l'*Habrobracon Johansenni* Vier. (*C. R. séances Soc. de Biol.*, 2e sem., p. 1022).

1924. VOUKASSOVITCH (P.). — Contribution à l'étude de l'Eudémis (*Polychrosis botrana* Schiff.) de la Pyrale de la Vigne (*Œnophthira pilleriana* Schiff.) et de leurs parasites (*Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Toulouse*, Toulouse, éd. Guitard).

ÉTUDE SUR LA DÉSINFECTION

DES PRODUITS VÉGÉTAUX ET DES DENRÉES AGRICOLES

par

Paul Marchal et Paul Vayssière

Membre de l'Institut
Directeur
de la Station Entomologique de Paris

Ingénieur Agronome
Directeur-adjoint
de la Station Entomologique de Paris

Sommaire.

INTRODUCTION

Le problème de la désinfection des végétaux et des produits agricoles a pris, ces dernières années, une importance considérable. On doit en chercher les

principales raisons dans le besoin de plus en plus impérieux qui apparaît à toutes les nations de protéger dans la mesure du possible leurs cultures ou leurs industries contre des parasites exotiques susceptibles de porter une perturbation grave dans l'activité économique d'une région ; c'est pour répondre à une telle nécessité que les Services entomologiques des divers pays ont mis à l'étude de nouveaux produits ou de nouveaux dispositifs qui permettent déjà d'obtenir des résultats remarquables dans des conditions réellement intéressantes au point de vue pratique.

Nous ne pouvons songer ici à traiter la question de la désinfection autrement que dans ses grandes lignes, en attirant l'attention sur les procédés paraissant donner les garanties les meilleures pour le but à atteindre, qui est le suivant : obtenir la destruction des parasites des produits agricoles ou horticoles sans nuire à la vitalité des végétaux et des semences ou sans altérer les qualités essentielles des produits végétaux en vue de leur utilisation première.

Les procédés utilisés pour la désinfection des plantes (plants fruitiers, forestiers ou d'ornement, plantes vertes, etc.) reposent surtout sur l'emploi des fumigations d'acide cyanhydrique, qui ne sont pas encore légalement autorisées en France. Jusqu'à présent aucune autre méthode ne paraît avoir donné de résultats équivalents.

Par contre, pour la désinfection des graines, tubercules, bulbes, fruits, produits agricoles divers, on peut envisager, outre la désinfection par l'acide cyanhydrique, l'emploi d'autres méthodes dont les principales sont : les fumigations par les vapeurs de sulfure de carbone, de tétrachlorure de carbone, de chloropicrine, le traitement par l'air chaud ou par l'eau chaude, les bains dans des solutions de produits chimiques divers.

L'emmagasinage à une basse température ou dans des conditions d'herméticité absolue peut être, d'autre part, utilisé dans des cas d'application restreinte.

La question de la désinfection des plantes avec mottes de terre, de façon à tuer les insectes qui pourraient se trouver dans ces dernières, n'a pas encore reçu une solution pratique définitive, malgré la grosse importance qu'elle présente. Pourtant, une voie intéressante pour atteindre le but cherché vient d'être indiquée par les auteurs américains, en réalisant un dispositif qui permet de traiter par les vapeurs de sulfure de carbone la motte de terre entourant les racines, tout en protégeant les parties aériennes contre l'influence nocive de la fumigation (Voir p. 133).

La question de la désinfection des serres ne sera pas traitée dans le présent travail. Les principes de cette méthode ont été exposés par l'un de nous dans un mémoire antérieur (P. Marchal, 1913, p. 13). D'autre part les travaux de Sasscer et Borden (1917) et de Sasscer et Weigel (1924) [voir Index] permettront de se rendre compte des progrès réalisés dans cette voie.

PREMIÈRE PARTIE. — MÉTHODES DE DÉSINFECTION

1° *FUMIGATION D'ACIDE CYANHYDRIQUE*

A. **Par réaction de l'acide sulfurique sur un cyanure.** — Le procédé le plus couramment employé consiste à soumettre les plantes, dans un local hermétique ou fumigatorium, à l'action de vapeurs cyanhydriques résultant de la réaction de l'acide sulfurique sur du cyanure de potassium ou du cyanure de sodium (fig. 14 (p. 162) et Pl. VIII).

PROPORTIONS. — Avec le cyanure de sodium :

Cyanure de sodium à 96 — 99 p. 100 de pureté	1
Acide sulfurique à 66° B	1,5
Eau	2

Avec le cyanure de potassium :

Cyanure de potassium	1
Acide sulfurique à 66° B	1
Eau	3

Si l'on a affaire à de petites fumigations n'exigeant pas plus de 50 grammes de cyanure, il pourra y avoir lieu d'augmenter la quantité de liquide pour que tout le cyanure se trouve immergé et l'on pourra adopter une formule telle que la suivante :

Cyanure de sodium	1
Acide sulfurique	2,5
Eau	4

DOSES. — D'une façon générale, si l'on emploie le cyanure de potassium, on doit prendre des doses supérieures de un quart à celles adoptées pour le cyanure de sodium.

Dans un local hermétique, pour la plupart des arbres fruitiers ou forestiers et arbustes d'ornement à feuilles caduques, pendant la période hivernale, on peut employer : 10 grammes de cyanure de potassium par mètre cube pendant quarante-cinq minutes à une heure.

Pour les arbres qui ont été greffés dans le courant de l'année, pour les boutures, les rosiers et certains arbustes sensibles, ne pas dépasser 6 grammes par mètre cube pendant quarante-cinq minutes à une heure.

Pour les plantes vertes, telles que les Palmiers d'ornement : 4 à 6 grammes pendant quarante-cinq minutes. Pour des plantes délicates assez nombreuses, il convient même de rester en dessous et alors l'efficacité devient insuffisante pour divers insectes.

Sur les résultats obtenus dans les traitements contre diverses espèces

de ravageurs, plusieurs travaux fourniront d'utiles indications [P. Marchal (1913), Sasscer et Borden (1917)]. E. Robinet, expert du Service de défense des cultures à Alger, a résumé dans divers tableaux les nombreuses expériences qu'il a effectuées. Voici quelques chiffres obtenus par lui sur la résistance de certaines Cochenilles soumises aux fumigations d'acide cyanhydrique sous bâche pendant une durée de quarante-cinq minutes, qui, en raison de la diffusion au dehors, correspond à la seule période utile de l'opération dans les conditions indiquées :

Aspidiotus hederæ	meurt à tous les stades avec	10gr,50	de cyanure par mètre cube.
Fiorinia fiorinix	»	13	»
Eriococcus araucariæ	»	13	»
Pseudococcus nipæ	»	13gr,50 à 18	»
Pseudococcus citri	»	18 à 20	»
Pseudococcus adonidum	»	18 à 20	»
Pulvinaria psidii	»	18 à 20	»

Il faut ajouter que, pour les fumigations faites sous tente, comme dans les essais ci-dessus mentionnés de E. Robinet, en raison de la diffusion qui a toujours lieu même avec des toiles serrées, les doses employées doivent être plus fortes que dans des chambres hermétiques. La surface par laquelle se fait la déperdition étant, par rapport au volume circonscrit, beaucoup plus grande pour les petites tentes que pour les grandes, il y a lieu d'en tenir compte. Des tableaux ont été dressés pour permettre de fixer par une simple lecture les doses qu'il convient d'employer, lorsque l'on connaît la mesure de la circonférence de la tente à sa base et d'autre part celle de l'arceau qui correspond à une section verticale passant par le sommet (1).

Efficacité. — Bien que fort grande et assurant même souvent la destruction totale des Insectes, l'efficacité des fumigations cyanhydriques n'est pas absolue. Ce fait a été bien mis en lumière par les expériences, faites par A. Vuillet (1915) à la Station entomologique de Paris sur le *Diaspis pentagona*. Aux Etats-Unis où la pratique des fumigations cyanhydriques a pris le développement le plus étendu, il est également reconnu que cette méthode ne donne pas une sécurité complète, tout au moins quand on opère dans les conditions de température et de pression ordinaires. Aussi la fumigation à l'acide cyanhydrique, utilisée lors de l'importation, doit-elle être considérée comme une mesure complémentaire de l'inspection, cette dernière permettant d'éliminer préalablement les plantes ou les lots visiblement et fortement contaminés. L'inspection complétée par la fumigation offre le maximum de garanties et les Insectes qui pourraient échapper à la destruction dans ces conditions seraient en quantité si infime que les chances qu'ils pourraient avoir de constituer un foyer dans les cultures seraient généralement nulles.

(1) Voir Woglum (1923) et P. Marchal (*Ann. des Épiphyties*, III, 1916)

Conditions présentant les meilleures garanties pour éviter les brulures des plantes. — Opérer à l'obscurité. Eviter l'humidité surtout avec les températures élevées ; ne traiter que des plantes sèches n'ayant pas été préalablement exposées à la pluie ou à un arrosage. Ne pas soumettre à la fumigation des plantes ayant été traitées avec des bouillies cupriques. Proportionner les doses à la susceptibilité des plantes, cette susceptibilité étant assez variable suivant les espèces. Pour les plantes en pleine végétation, malgré toutes les précautions prises, il peut arriver parfois que des brûlures se produisent, sans qu'il soit possible d'en préciser la cause. Dans les conditions les meilleures, on ne peut garantir non plus que les jeunes pousses resteront complètement indemnes.

Mode d'emploi (1). — Le moyen le plus simple d'opérer consiste à verser dans une terrine vernissée placée près de la porte du fumigatorium d'abord l'eau, puis l'acide sulfurique. On ajoute ensuite le cyanure enveloppé dans un fort papier et l'opérateur se retire aussitôt en fermant la porte. Ou bien on fait descendre le paquet de cyanure au moyen d'une ficelle qui passe sur une poulie fixée au plafond du fumigatorium et qui peut être manœuvrée du dehors.

Au fumigatorium d'Alger, l'acide sulfurique versé de l'extérieur par un tube de plomb tombe à l'intérieur dans une bassine contenant de l'eau ; le cyanure est maintenu au niveau de cette eau par un dispositif spécial et ce n'est que lorsqu'on a versé l'acide sulfurique, que la réaction chimique s'établit et que l'acide cyanhydrique se dégage lentement.

On peut aussi se servir de générateurs spéciaux. En ce cas, on emploie généralement, non plus du cyanure solide, mais une solution de cyanure dans l'eau (Pl. I, fig. 1). Un tel générateur consiste en deux réservoirs superposés, l'inférieur contenant le mélange d'acide sulfurique et d'eau, le supérieur contenant la solution de cyanure. Une pompe permet de faire passer en proportions définies la solution de cyanure dans le récipient inférieur ; ces appareils doivent être sérieusement éprouvés et contrôlés de temps à autre. La solution de cyanure est préparée d'avance et conservée dans des bidons. Elle est faite à raison de 1 kilog. de cyanure de sodium pour 3 litres d'eau.

Désinfection des fruits par l'acide cyanhydrique. —Cette méthode est appliquée au fumigatorium d'Alger notamment pour les oranges. Il a été reconnu que ces fruits étaient très résistants et supportaient jusqu'à 10 grammes d'acide cyanhydrique par mètre cube (soit une dose correspondant à 26 grammes de cyanure de potassium par mètre cube), or, une désinfection d'une heure avec 5 grammes d'acide cyanhydrique par mètre cube, soit 13 grammes de cyanure de potassium par mètre cube suffirait pour assurer la destruction des Cochenilles.

(1) Pour les détails des installations et les précautions à prendre en raison de la toxicité, voir la deuxième partie (p. 155 et suivantes). Législation : p. 179.

Des essais ont aussi été faits à Alger sur les bananes à la dose précédente de 13 grammes de cyanure de potassium par mètre cube pendant une heure ; ils ont donné des résultats satisfaisants au point de vue de la conservation des fruits. Cette dose est d'ailleurs suffisante pour tuer la plupart des Insectes. On ne peut affirmer toutefois que les premiers stades de la Fourmi d'Argentine (œufs, larves) seraient tous tués par ce traitement, surtout s'ils se trouvent abrités dans une cavité de l'axe du régime.

L'action de l'acide cyanhydrique n'est pas toujours sans inconvénient pour le traitement des fruits : certains d'entre eux peuvent être plus ou moins altérés et leur faculté de conservation peut être amoindrie.

Dans le tableau ci-après, sont portés, pour un certain nombre de fruits et légumes, les résultats fournis à cet égard par Griffin et Neifert (1923). Il importe d'ailleurs de tenir compte de ce que les essais ont été faits à une dose forte (4 onces de cyanure de sodium par 100 pieds cubes, ce qui revient à peu près à 40 grammes de cyanure de sodium par mètre cube, soit près du quadruple des doses couramment employées).

Fruits et légumes sur lesquels l'acide cyanhydrique employé dans les conditions précédemment indiquées, n'exerce pas d'influence nocive appréciable :

Oranges et Mandarines.	Betteraves (Beets).	Salsifis.
Citrons.	Navets.	Tomates.
Grape fruits (Pamplemousses).	Panets.	Oignons.
Pommes.	Carottes.	Patates.
Pêches.	Pommes de terre.	Concombres.
Ananas.	Haricots verts.	Aubergines.
Pastèques.	Pois.	Piments verts.

Fruits et légumes sur lesquels l'acide cyanhydrique employé dans les conditions précédemment indiquées exerce une action nocive plus ou moins sensible et dont la conservation se trouve plus ou moins compromise :

Bananes (léger jaunissement de la pulpe et léger noircissement de l'épicarpe).
Poires (noircissement de l'épicarpe, sérieuse altération).
Fraises (sérieuse altération).
Raisins.
Mangues.
Fruits de l'Avocatier.
Melon musqué (Musk melon).

Choux : invendables.
Céleri : invendables.
Salades : invendables.

B. — **Acide cyanhydrique liquide**. — Il est très employé depuis 1919 en Californie et son utilisation tend à supplanter les autres méthodes. Ce produit exige une fabrication industrielle spéciale ; il doit présenter 96 à 98 p. 100 de pureté ; il est extrêmement volatile. Les applications se font à l'aide d'appareils construits à cet effet (Pl. II) ; ils permettent, par la compression de l'air, de projeter l'acide cyanhydrique liquide qui, finement divisé au niveau d'un bec ordinaire de pulvérisateur, passe rapidement à l'état gazeux à la sortie de l'appareil : 20 centimètres cubes équivalent à 30 grammes de cyanure de sodium. La dose à employer est, pour la désinfection du coton, de 40 grammes par mètre

cube ; la durée d'exposition est de deux heures, y compris la période de volatilisation. Dans certains types d'appareils de construction plus récente (1922), le liquide est vaporisé au moyen d'un brûleur et, en ce cas, au lieu d'employer de l'acide cyanhydrique non dilué (96 à 98 p. 100), on se sert d'acide cyanhydrique allongé d'eau (Pl. I, fig. 2). L'usage de produits tout à fait purs ainsi que d'appareils perfectionnés et soigneusement contrôlés est indispensable pour effectuer ces traitements et, bien que cette méthode soit actuellement d'un usage courant en Californie (tout au moins pour le traitement des Orangers), on ne peut, dans les conditions présentes, qu'être fort réservé au sujet de la possibilité et de l'opportunité de son application en France. Les difficultés de la conservation, la grande toxicité, l'inflammabilité de l'acide cyanhydrique liquide créent des complications qui nécessitent des installations industrielles et une organisation toute particulière.

C. — **Traitement par l'acide cyanhydrique dans le vide partiel.** — Aux Etats-Unis, on tend maintenant à faire la désinfection dans de grands réservoirs cylindriques en fer, ou « tanks », construits comme des autoclaves où l'on fait le vide et où l'on fait ensuite pénétrer les vapeurs cyanhydriques ou de sulfure de carbone provenant de générateurs spéciaux (Pl. III, IV, V).

Cette méthode avait été préconisée, dès 1912, par Hunter et en 1915 par Hinds, tous deux pour le traitement par le sulfure de carbone des balles de coton. Sasscer, Hawkins, Mackie lui donnèrent une grande extension dans leurs diverses organisations de police sanitaire des végétaux. Aussi actuellement nous la voyons employée à la Station de Washington pour la désinfection des végétaux et produits agricoles divers. Elle est appliquée également à Oakland près de San Francisco pour la désinfection des balles de coton, à Boston (Mass.), à Newark (New-Jersey), à Seattle (Etat de Washington) et à Ventura (Californie) où la Station a été aménagée sur l'initiative des horticulteurs du Comté.

Le vide partiel existant lors de l'arrivée du gaz toxique permet une pénétration plus parfaite des masses compactes telles que balles de coton fortement comprimées à la presse hydraulique, ou sacs de grains et il assure une fumigation très efficace des produits végétaux emballés. C'est ainsi que les petits foyers de la Fourmi d'Argentine qui sont logés dans les plus petites anfractuosités des régimes de bananes sont atteints par les vapeurs toxiques.

Grâce à l'emploi du vide partiel, les durées de traitement et les doses de gaz insecticide peuvent être réduites d'une façon notable. Mackie (1922) en donne quelques exemples.

Enfin Call (1922) croit pouvoir conclure également que ce mode de traitement tue les œufs des Coccides du genre *Pseudococcus*. Sasscer n'est pas affirmatif sur ce point.

Une technique spéciale pour ces fumigations par l'acide cyanhydrique est fixée aux Etats-Unis par les instructions du 1er mars 1923, données par le Federal Horticultural Board (HB — 164). Elle s'applique plus spécialement à la désinfection du coton en balles exigée pour l'importation. Elle est résumée dans les lignes qui suivent :

1° *Produits chimiques employés.* — *Cyanure.* — Le seul se trouvant facilement dans le commerce américain est le cyanure de sodium ; aussi est-il le seul maintenant employé. Ce cyanure de sodium doit être garanti à au moins 50 p. 100 de cyanogène.

Acide sulfurique. — On doit employer de l'acide sulfurique commercial, 66°B. (ayant approximativement 93 p. 100 de pureté).

2° *Préparation de la solution concentrée de cyanure.* — Pour obtenir une génération rapide de gaz, il convient de préparer d'avance une solution concentrée de cyanure. On dissout à cet effet 200 livres (90 kilos) de cyanure dans 50 gallons d'eau (190 litres).

3° *Formule adoptée.* — Pour chaque volume de 100 pieds cubes on emploiera :

Solution de cyanure ci-dessus	22, 5 onces fluides. (soit 9 onces avoir-du-pois de cyanure).
Acide sulfurique 66° B.	9 onces fluides.
Eau	9 —

Si l'on réduit les unités américaines en unités correspondantes du système métrique, on trouve que, pour un volume de 1 m³, on devra employer approximativement :

Solution de cyanure	270 cm³. (soit : 90 grammes de cyanure).
Acide sulfurique	95 cm³.
Eau	95 cm³.

4° *Chambre à fumigation.* — Elle doit être construite en fer et très résistante. Chaque chambre est pourvue de deux manomètres à vide dont un enregistreur (self-recording gauge). A Ventura, les tanks utilisés ont environ 4m,60 de long et 1m,50 de diamètre. Mais ces appareils ont souvent des dimensions plus grandes (Pl. III, IV, V).

5° *Générateur.* — Le générateur doit être construit de façon à résister aux acides : par exemple, il sera en tôle ou en fer noir doublé à l'intérieur d'une feuille de plomb adhérent uniformément à l'enveloppe. On tend à remplacer le plomb par un revêtement silicaté spécial. Il faut prévoir quatre orifices destinés, l'un à l'introduction de la solution de cyanure et de l'eau nécessaire ; un autre pour l'acide sulfurique ; le troisième pour la sortie du gaz et le dernier correspondant à une soupape de sûreté destinée à diminuer, s'il y a lieu, la pression intérieure du générateur au moment de la réaction. Le

fond du générateur, légèrement convexe, est muni d'une ouverture fermée par une soupape de plomb destinée, après l'opération, à l'évacuation de tous les résidus provenant de la réaction. Les quantités d'eau, de solution de cyanure et d'acide sulfurique sont mesurées dans des réservoirs placés au-dessus du générateur. On prépare au préalable la dissolution du cyanure de sodium dans un récipient spécial, où elle est activée par la présence d'un panier animé d'un mouvement de rotation et, lorsque la solution est faite, on la fait pénétrer dans le réservoir gradué.

Tous les tuyaux aboutissant aux générateurs, ou en partant, sont en plomb et sont munis de robinets d'arrêt sur leur parcours.

Si l'on utilise l'acide cyanhydrique liquide, le produit est pulvérisé dans l'autoclave après compression, ou est évaporé par chauffage. De nombreux appareils ont été conçus pour réaliser cette évaporation, dans le traitement des végétaux sur pied aux Etats-Unis.

6° Durée d'exposition. — Elle doit être pour le coton et autre matériel à désinfecter de deux heures, y compris la période de dégagement pour le gaz.

7° Manuel opératoire. — Le matériel à traiter est placé dans la chambre à fumigation. Les portes sont fermées avec les écrous et l'air est épuisé jusqu'à ce que l'indicateur enregistre 25 pouces (635 mm.) de vide. On provoque le dégagement de gaz cyanhydrique en introduisant dans le générateur les produits sus-indiqués dans l'ordre suivant : eau, acide, solution de cyanure. On ouvre le robinet séparant le générateur de la chambre à fumigation avant ou aussitôt que la solution de cyanure commence à s'écouler dans le générateur. La solution de cyanure doit être lentement introduite, le temps employé pour cette introduction devant être de huit à dix minutes. Au bout de quinze minutes, on laisse passer l'air dans le générateur pendant cinq minutes de façon à entraîner tout le gaz qui s'y trouve encore contenu et l'on ferme ensuite le robinet séparant la chambre à fumigation du générateur. On ouvre alors la valve qui se trouve sur la chambre de fumigation, de façon à permettre à l'air d'entrer jusqu'à ce que le manomètre de la chambre tombe à 125 mm. Les balles sont laissées en présence du gaz et de l'air pendant une heure quarante minutes, c'est-à-dire pendant le temps nécessaire pour compléter les deux heures d'exposition.

L'opération terminée, pour enlever le mélange d'air et de gaz qui a pénétré dans l'épaisseur du coton, on fait un vide d'au moins 635 mm. Aussitôt que le degré de vide voulu a été atteint, on ferme la valve séparant la pompe de la chambre de fumigation et on laisse l'air pénétrer jusqu'à ce que la pression atmosphérique normale soit rétablie dans la chambre de fumigation. Si l'on a affaire à des balles fortement comprimées à la presse hydraulique, on doit faire suivre l'opération précédente d'une seconde aspiration d'air déterminant un vide de 15 pouces (380 mm.) que l'on fait suivre d'une brusque rentrée d'air.

Alors que, à la suite d'une opération, la chambre à désinfection est en train de se remplir d'air, il faut toujours maintenir la pompe en activité pendant un temps suffisant pour enlever une quantité d'air égale à deux fois le volume de la chambre ; on arrête ensuite temporairement la pompe jusqu'au moment où les portes de la chambre sont ouvertes, puis on remet la pompe en marche et on la laisse fonctionner jusqu'à ce que les balles soumises au traitement soient retirées.

D. — **Rétention de l'acide cyanhydrique par les produits désinfectés.** — La question de la persistance possible de l'acide cyanhydrique dans les produits désinfectés, s'il s'agit de fruits ou de denrées alimentaires diverses, doit être envisagée.

De nombreuses analyses ont été faites à ce point de vue par Griffin, Neifert, Perrine et Duckett. Les légumes ou fruits de consistance molle et pulpeuse, ayant une teneur d'eau considérable, absorbent et retiennent généralement une quantité d'acide cyanhydrique très notable. Les fruits à peau dure, tels que pommes, oranges, citrons, pastèques, ne retiennent pourtant que peu d'acide cyanhydrique dans leur partie comestible. Exemple : des oranges mûres, après une fumigation d'une heure, à la dose de 4 onces de cyanure de sodium pour 100 pieds cubes, soit environ 40 grammes par mètre cube, près du quadruple des doses courantes, à une température d'environ 75° Fahr. (24° C.), aussitôt après la fumigation, présentaient dans l'écorce 100 à 110 parties d'acide cyanhydrique pour un million et 3 parties seulement pour un million dans la pulpe. Des bananes soumises à une fumigation semblable, un jour après le traitement, présentaient encore 110 parties pour un million dans l'écorce et 43 parties dans la pulpe ; aussitôt après la fumigation, elles contenaient 210 parties dans l'écorce et 61 parties dans la pulpe.

Schmidt a conclu au danger que pouvaient présenter les fruits traités ; mais ses expériences portent sur des doses et des durées d'exposition en général très élevées.

Quaintance et ses assistants ont, sans aucun inconvénient, consommé des pommes, en les essuyant simplement, trente minutes après leur sortie du fumigatorium.

Au Service de Santé des Etats-Unis (1920), des expériences ont été faites sur des Souris blanches auxquelles on faisait ingérer du pain et du lait soumis à une fumigation. Avec les doses et les durées d'exposition de la pratique courante, les aliments ne retiennent pas une quantité d'acide cyanhydrique suffisante pour causer aucun symptôme toxique sur les Souris. En doublant la dose, en prolongeant la durée d'exposition et en faisant ingérer immédiatement les aliments soumis à la fumigation, celles-ci mourraient ; mais, après une ou deux heures d'exposition à l'air de ces aliments soumis à la fumigation,

aucun symptôme toxique n'apparaissait chez les animaux mis en expérience.

Marchadier, Goujon et de Laroche (1921) sont d'avis qu'après la fumigation, la farine peut retenir assez d'acide cyanhydrique pour être préjudiciable à la santé. Ils trouvent notamment dans un échantillon 82 parties pour un million. Malheureusement il ne s'agit pas dans l'unique observation de ces auteurs d'une expérience précise, mais simplement de l'analyse d'un échantillon de farine dont on ignore l'origine.

Il résulte d'autre part des expériences américaines (Griffin et Neifert, 1923) que, si la farine peut absorber une grande quantité d'acide cyanhydrique, elle s'en débarrasse si rapidement qu'au bout de quatre jours ou au maximum d'une semaine, elle n'en conserve plus trace.

Les graines ne fixent que peu d'acide cyanhydrique et au bout de quatre ours d'après Griffin et Neifert, elles n'en retiennent habituellement pas plu de 5 parties pour un million.

2° *SULFURE DE CARBONE*

Il est employé surtout pour la désinfection des graines. Doses : 30 à 50 grammes par hectolitre. Dans une caisse parfaitement étanche et close, une dose de 10 grammes par hectolitre, pendant vingt-quatre heures, serait suffisante pour tuer tous les insectes des grains (Hinds et Turner). Durée de l'exposition : en moyenne vingt-quatre à trente-six heures. La durée peut être très notablement réduite. lorsque l'on a recours à des procédés d'évaporation rapide, par exemple, en faisant arriver le sulfure de carbone dans des vases préalablement chauffés (Britton), ou en faisant pénétrer le sulfure en un jet pulvérisé (Hinds). Condition d'efficacité : la température ne doit pas être inférieure à 20 — 22° C.

Certains grands grainetiers (maisons Vilmorin, Driancourt, etc.) ont des chambres de désinfection en maçonnerie dont les dimensions sont, par exemple, de 12 mètres de long, 2 mètres de haut et 2 mètres de large. La chambre est munie d'une grande porte pouvant être close hermétiquement. A l'intérieur et dans la partie supérieure, circule le long des parois une gouttière horizontale dans laquelle on verse la quantité de sulfure de carbone nécessaire pour la fumigation. Les sacs de graines à désinfecter sont entassés sur des chariots qui, au moyen de rails, peuvent être amenés jusqu'à la chambre et introduits dans cette dernière. Après avoir refermé la porte, on laisse en été la graine exposée aux vapeurs de sulfure pendant trente-six heures; la dose employée est de 150 grammes par mètre cube lorsque la chambre est complètement remplie de graines ; 200 grammes lorsqu'elle est remplie aux trois quarts; 250 grammes lorsqu'elle est remplie à moitié et 300 grammes lorsqu'elle est remplie au tiers.

Dans les Etats de l'Afrique du Sud, les graines de Coton importées de

l'étranger, qui ne sont admises d'ailleurs qu'en quantité très limitée et par permis spéciaux, sont désinfectées à l'arrivée au moyen de sulfure de carbone, après inspection minutieuse. La durée d'exposition est de vingt-quatre heures.

Pour un grand travail rapide et permettant une pénétration uniforme dans toute la masse, on a construit, en Egypte, pour la désinfection des graines de Coton, des appareils spéciaux. Ils comprennent une chambre dans laquelle les vapeurs de sulfure de carbone s'emmagasinent et une batterie de 5 à 6 cuves placée au-dessus de la chambre précédente. Une pompe rotative et un système de tuyauterie permettent d'établir une circulation des vapeurs de sulfure dans les graines à traiter. Les graines sont transportées d'un réservoir dans l'autre et quand l'appareil est en train de fonctionner, l'un des récipients se remplit de graines, tandis que le suivant se remplit de gaz ; dans le troisième et le quatrième la graine reste pendant une heure soumise à l'action des vapeurs de sulfure ; dans le cinquième, le gaz est enlevé par aspiration ; enfin, au niveau du sixième, la graine est en voie de décharge. (Une figure de cet appareil se trouve à la planche XIV du mémoire de Ballou, 1920). Actuellement on préfère pour le coton la désinfection par la chaleur à la désinfection par le sulfure de carbone (Fig. 5).

Le Département d'Agriculture de Californie emploie toutefois (1924) le sulfure de carbone de préférence à l'acide cyanhydrique pour la désinfection des fruits secs et denrées alimentaires diverses : Raisins secs, amandes, noix, figues sèches, dattes, etc... De grands autoclaves dans lesquels on fait un vide partiel sont employés comme pour les fumigations cyanhydriques (Voir p. 127).

Le sulfure de carbone est utilisé aussi pour la désinfection des plants de pépinières pendant l'hivernation. La vaporisation rapide avec durée d'exposition ne dépassant pas trois heures est recommandée. Jusqu'à ces dernières années, la méthode n'avait pas réussi à passer dans la pratique courante, malgré les recherches faites en Italie par Franceschini, pour détruire e *Diaspis pentagona* (fig. 1) et celles de Britton en Amérique, pour la désinection des produits de pépinières (plantes, arbustes envahis par le Pou de San José et autres Cochenilles).

D. B. Mackie nous apprend (*in litteris*) qu'en Californie, le traitement des plants de pépinières par le sulfure de carbone dans un vide partiel, prend une grande extension chaque année depuis 1920. Mais, tandis qu'il était conseillé jusqu'alors d'utiliser un mélange de sulfure de carbone et d'air susceptible d'exploser, il est préconisé maintenant de remplacer l'air par le gaz carbonique, ce qui donne un mélange inexplosif, même en présence d'étincelles électriques, sous un voltage de 1800. Durée : 1 heure au maximum.

On a pu traiter dans ces conditions, en Californie, au cours de l'année 1924, plus de 122 000 plantes d'ornement réparties entre 115 espèces. Chaque plante fut ensuite mise en quarantaine pendant trente jours et l'inspection au bout de ce

laps de temps n'a permis de trouver vivant aucune cochenille ou autre ectoparasite. Environ 160 000 Citronniers emballés subirent également ce traitement.

Tout récemment, LEACH et FLEMING (1925) ont cherché à résoudre l'importante question de la destruction des Insectes (Larves, Fourmis, etc.) qui peuvent se trouver dans les mottes de terre, entourant souvent les racines des

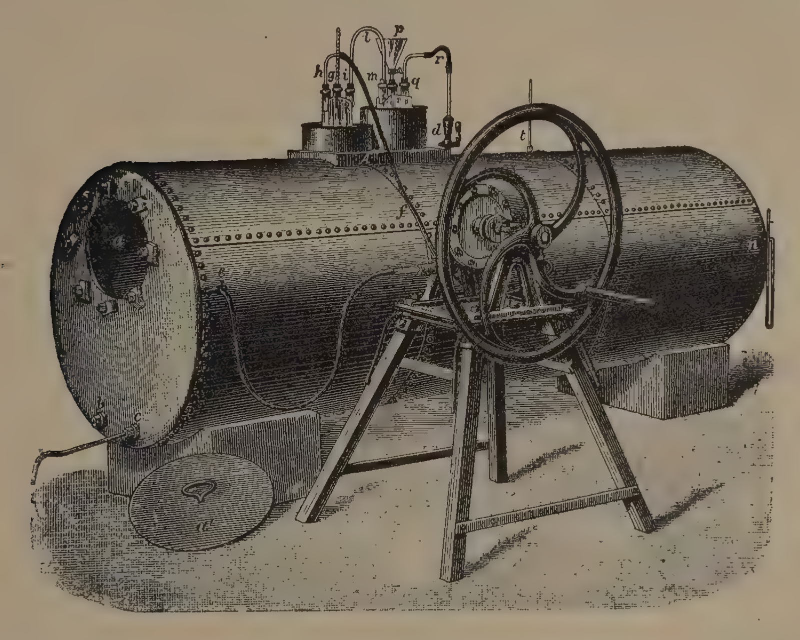


Fig. 1. — Appareil utilisé par FRANCESCHINI pour la désinfection par le sulfure de carbone des plants de Mûrier parasités par le *Diaspis pentagona*.

végétaux importés, en soumettant ces mottes à l'action du sulfure de carbone. L'influence de ce dernier étant nocive pour les parties aériennes de la plante, surtout lorsque celle-ci est garnie de feuillage, les auteurs ont réalisé un dispositif permettant d'exposer seulement la motte et les racines à l'action des vapeurs toxiques, toute la partie aérienne restant à l'abri. L'appareil, dont une figure, accompagnant ce mémoire, donne tous les détails de construction, consiste en une grande cuve contenant de l'eau seulement dans sa moitié inférieure. Les plantes y sont placées en étant renversées de façon à baigner dans l'eau par toute leur partie aérienne, les racines entourées de la motte convenablement séchée émergeant seules au dehors. La cuve se ferme hermétiquement au moyen d'un couvercle reposant dans une gouttière remplie d'eau. Le sulfure de carbone est introduit, au moyen d'une tubulure pourvue d'un robinet, dans la partie supérieure remplie d'air et s'y trouve immédiatement évaporé par le mouvement tournant d'un ventilateur. Pour éviter l'action nocive du sul-

fure se dissolvant dans la couche d'eau superficielle de la cuve, un dispositif spécial permet le remplacement constant de cette eau qui s'échappe en haut par un trop plein pour se renouveler par en bas au moyen d'un tuyau communiquant avec une cuve d'approvisionnement surélevée. Plusieurs types de ces appareils ont été construits par les auteurs ; le dernier d'entre eux est d'assez grande taille pour effectuer un travail de désinfection courant et mesure $2^{m},75$ de haut sur 3 mètres sur les deux autres dimensions. Par l'application de cette méthode, les larves souterraines telles que celles si redoutables du Hanneton japonais (*Popillia japonica*) ont pu être détruites, sans que les plantes traitées subissent aucun préjudice.

Enfin, l'emploi du sulfure de carbone a donné lieu récemment à quelques essais en Algérie, en France et en Italie pour la désinfection des bananes. Des travaux sont encore en cours ; mais il ne semble pas que pour les fruits on puisse compter, avec le sulfure de carbone, sur des résultats de valeur égale à ceux donnés par l'acide cyanhydrique. En Italie, c'est pourtant le procédé auquel recourent, en ce moment, les Inspecteurs du Service Phytopathologique en vue de se conformer aux exigences de la circulaire n° 462 (31 janvier 1924) sur l'importation des bananes. Toutefois, il n'est appliqué, semble-t-il, que d'une façon toute provisoire et en attendant la mise au point d'une méthode donnant des résultats plus satisfaisants.

3° *TÉTRACHLORURE DE CARBONE ET ETHER ACÉTIQUE*

L'ininflammabilité du tétrachlorure de carbone lui donne un avantage, comparativement au sulfure de carbone. Mais sa toxicité pour les Insectes paraît inférieure ; en tout cas, il se volatilise beaucoup moins facilement et on ne peut l'utiliser qu'à une température assez élevée ou en activant son évaporation artificiellement, ce qui d'ailleurs peut être obtenu au moyen de dispositifs qu'il est aisé de réaliser.

150 grammes par mètre cube agissant pendant six heures après vaporisation dans une étuve du type « Gaz Marot » sur du Blé charançonné n'ont pas suffi pour tuer les insectes. Piédallu a obtenu la destruction des Charançons en employant 200 grammes de tétrachlorure par mètre cube pendant quarante-huit heures dans un baril. Le prix relativement élevé du tétrachlorure de carbone peut faire aussi obstacle à son emploi.

Enfin récemment le Département de l'Agriculture des Etats-Unis, poursuivant ses recherches sur les fumigations des graines charançonnées, est arrivé à préconiser un mélange de 40 volumes d'éther acétique et de 60 volumes de tétrachlorure de carbone (1). Cette composition agissant surtout par le premier des deux produits serait aussi efficace que le sulfure de carbone sur les

(1) Back (E. A.) and Cotton (R. T.), 1925.

Charançons des grains dans les conditions ordinaires de fumigation. Elle est non inflammable et ne laisse absolument aucune odeur aux produits traités. Le mélange est employé à la dose de 45 livres pour 1000 pieds-cubes (soit environ 7 grammes pour 10 m).

4° *CHLOROPICRINE*

L'emploi de ce produit, bien qu'encore à l'étude, paraît susceptible de donner des résultats fort intéressants. En France, les travaux de GABRIEL BERTRAND et de ses collaborateurs (1919, 1920) ont montré sa grande efficacité et les facilités de son emploi pour la destruction d'un grand nombre d'insectes nuisibles à l'économie domestique. En Amérique, les travaux de MOORE et ceux de NEIFERT et GARRISON, en Suisse, ceux de FAES ont également bien établi la valeur de la chloropicrine.

L'emploi d'un masque spécial et très bien adapté au visage est souvent utile pour les désinfections. Pourtant il n'est généralement pas indispensable lorsque l'opérateur est bien entraîné au travail. On peut d'ailleurs avoir recours à des dispositifs simples, analogues à ceux employés pour l'acide cyanhydrique et qui permettent de rester à l'abri des vapeurs irritantes et suffocantes. Une température de 18 à 20° C. ou au-dessus est recommandable pour hâter l'évaporation et la diffusion. La répartition du liquide peut se faire par simple arrosage. Pour les sacs de Blé envahis par les Charançons, GABRIEL BERTRAND (1919) conseille simplement de répandre, sur chaque sac couché sur le sol dans un local clos, 20 à 25 grammes de chloropicrine et de laisser agir. Le traitement s'est montré efficace à une température de 10 à 12° pendant une vingtaine d'heures.

D'après les expériences de l'un de nous, faites à la Station entomologique, 30 grammes par mètre cube permettent d'obtenir une désinfection complète des graines de Coton enfermées pendant vingt-quatre heures dans un local clos et cela sans altérer le pouvoir germinatif (VAYSSIÈRE, 1922).

Partant de ces résultats, nous avons traité en 1923 quelques centaines de kilos de graines venant des Etats-Unis et d'Egypte et destinées à être ensemencées en Afrique Occidentale Française. En 1924, plusieurs tonnes de semences américaines, en transit en France avant l'entrée dans cette même colonie, furent soumises dans le port de Bordeaux au traitement par la chloropicrine avec la collaboration de J. MIMEUR et de J. FEYTAUD. Les résultats furent concordants tant au point de vue insecticide qu'au point de vue de la bonne germination ultérieure des graines.

PIÉDALLU a recommandé la chloropicrine à la dose de 10 grammes par mètre cube pendant quarante-huit heures pour la destruction des insectes s'attaquant aux grains. Il a décrit les divers dispositifs essentiellement simples qu'il eut l'occasion d'utiliser dans la désinfection des stocks militaires.

NEIFERT et GARRISON ont employé avec succès la chloropicrine à la dose de 1 livre par 1 000 pieds cubes (soit environ 15 gr. par m^3) et, comme la plupart des auteurs précédents, ils sont arrivés à cette conclusion qu'elle était plus toxique pour les Insectes des grains que l'acide cyanhydrique et que d'une façon générale, on pouvait l'employer sans nuire à la faculté germinative des semences.

MIÈGE s'est appliqué à préciser ce dernier point et est arrivé à la conclusion que les graines de Légumineuses ne sont en pratique aucunement sensibles aux vapeurs de chloropicrine ; les Graminées le seraient beaucoup plus ; enfin, les graines de Chanvre et de Betterave le seraient moins que les graines de Céréales.

Les expériences de TROUVELOT et de SCHINDLER (1921) faites à la Station Entomologique montrent par contre que la chloropicrine est à rejeter pour la désinfection des plantes vertes ; elle donne aussi, d'après les mêmes auteurs, des résultats trop incertains pour la désinfection des plants de pépinière, arbres ou arbustes à feuilles caduques, pendant le repos hivernal. Enfin son emploi ne paraît pas non plus indiqué pour le traitement des tubercules tels que la Pomme de terre, ni des fruits tels que les Bananes. Les expériences de TROUVELOT portèrent sur des Bananes isolées ou seulement prises par petits groupes et non sur des régimes entiers. Les doses essayées furent : 3, 6 et 9 grammes de chloropicrine par mètre cube, les durées d'exposition : 30 minutes, 45 minutes, 1 h. 15 et 1 h. 30 et la température ambiante au moment des opérations de 12° à 18° C., selon les cas. Quelles que fussent les combinaisons adoptées, les fruits furent toujours altérés par le traitement qui ne peut donc être envisagé pour débarrasser les régimes des petites colonies que la Fourmi d'Argentine est susceptible d'installer dans les recoins les plus cachés (1) et dont nous avions, avec TROUVELOT, pu constater, dès 1923, la présence dans les envois reçus aux Halles de Paris.

5° *FORMALDÉHYDE*

La formaldéhyde a été utilisée dans des cas assez limités par les Services de désinfection des plantes ou produits agricoles. Son emploi ne peut être envisagé au point de vue insecticide, mais bien au point de vue bactéricide ou anticryptogamique. Sa grande efficacité contre la carie du Blé la désignerait pour le traitement des grains ; mais c'est alors généralement en solution sous forme de bains, qu'elle est conseillée.

En Afrique du Sud, on s'en est servi pendant plusieurs années pour le traitement des Pommes de terre importées; mais elle a été abandonnée comme donnant des résultats insuffisants.

A la Station de désinfection de Colombo (Ceylan), les fumigations de for-

(1) Il y a lieu d'ailleurs de remarquer que les doses et les temps d'exposition sont tout à fait insuffisants pour donner une garantie insecticide.

maldhéhyde sont utilisées pour désinfecter les graines de Théier venant de l'Inde, en vue de protéger les cultures du pays contre l'*Hemileia vastatrix*. Le dégagement rapide des vapeurs est obtenu en mettant en présence du permanganate de potasse et de la formaline (Voir p. 167).

6° *INSECTICIDES GAZEUX DIVERS*

Parmi les autres insecticides gazeux qui ont été employés pour la désinfection agricole. l'acide sulfureux est un des plus connus. En raison, toutefois, de son action corrosive sur la végétation et des altérations qu'il cause dans divers produits alimentaires, notamment la farine, il n'est généralement employé que pour désinfecter des locaux tels que greniers ou magasins débarrassés des produits qui s'y trouvent. Sa toxicité pour les Insectes est d'ailleurs relativement assez faible et il offre l'inconvénient d'attaquer le fer. Il n'y a donc pas lieu d'insister ici sur les diverses techniques qui ont été adoptées pour son utilisation (combustion du soufre, anhydride sulfureux liquéfié en siphons, gaz Clayton, gaz Blanc, gaz Marot) qui d'ailleurs se trouvent exposées dans divers Traités (1).

L'acide carbonique a été utilisé de longue date pour la destruction des Insectes des grains et la conservation de ces derniers. Les premières indications ont été données, à cet égard, par Herpin (1838) qui utilisait comme stérilisant les gaz résultant de la combustion de charbons de bois. Plus récemment, Froggatt (1921) s'est servi, pour conserver le Maïs dans des conditions hermétiques, du gaz obtenu par la décompression d'acide carbonique liquéfié. Enfin, le dégagement spontané d'acide carbonique par les graines peut, comme nous le verrons, suffire pour assurer la conservation de ces dernières dans des silos bien clos.

L'ozone a été employé par Edkins et Tweedy (1919) pour la destruction du Papillon gris de la farine (*Ephestia kuehniella*) en laissant agir dans un récipient clos un mélange de 100 parties d'ozone pour un million de parties d'air; mais, à cette concentration, il doit, en raison de son action nocive sur l'organisme, être manié avec grande précaution.

Les vapeurs dégagées par le paradichlorobenzène peuvent rendre de très sérieux services dans les cultures ou pour la désinfection de produits non comestibles ou de locaux divers (Duckett, 1915; Scott, Abbott et Dudley, 1918).

(1) M. Schribaux (1911) a fait des expériences comparatives pour étudier l'action sur la faculté germinative des semences de l'acide sulfureux non dépouillé de l'acide sulfurique (tel qu'il résulte de la combustion du soufre) d'une part et des vapeurs sulfureuses dépouillées de cet acide par barbottage dans un mélange de lessive de soude et de glycérine. Dans le premier cas, l'abaissement de la faculté germinative est notablement supérieur. Il est toutefois loin d'être négligeable dans le second. A un degré d'humidité normal, cet acide compromet la faculté germinative des semences du Blé, de l'Avoine, de l'Orge, etc., ou la met trop en péril pour qu'on puisse l'utiliser. Le Maïs, le Colza et la Luzerne se montrent moins sensibles, et si les graines sont bien sèches, elles peuvent supporter le traitement sans grave préjudice.

Toutefois, elles paraissent appelées à une utilisation plus restreinte pour la désinfection des substances alimentaires ou des produits horticoles ; on peut en effet objecter, à leur emploi, leur odeur souvent très persistante ou la lenteur avec laquelle s'exerce leur action. Cette lenteur d'évaporation du produit devient d'ailleurs un avantage, s'il s'agit de maintenir une atmosphère toxique pendant une durée plus ou moins longue. La question est encore à l'étude et des résultats très encourageants ont été déjà obtenus par l'un de nous [Vayssière, 1918 (1) et 1925] et par E. Miège (1925) pour la destruction des insectes nuisibles aux grains, sans altération du pouvoir germinatif.

Un très grand nombre de gaz ou de substances volatiles pouvant agir par la toxicité de leurs vapeurs ont été expérimentés au point de vue de l'action qu'ils pouvaient avoir comme désinfectants agricoles. Une longue série d'expériences a été faite sur cette question par les savants des Bureaux de Chimie et d'Entomologie du département de l'Agriculture des États-Unis et l'on trouvera un exposé des résultats qu'ils ont obtenus, ainsi que de ceux de leurs devanciers, dans les Bulletins 893 et 1313 de ce département (Travaux de Neifert, Garrison, Cook, Roark et Tonkin, 1920 et 1925). Le plus grand nombre des produits volatiles autres que ceux que nous avons ci-dessus mentionnés ne semblent pas présenter de chances d'application pour la désinfection agricole, soit en raison de leur toxicité insuffisante pour les Insectes aux doses où ils ne causent pas d'altération des produits traités, soit en raison des difficultés pratiques que soulève leur emploi.

7º *DÉSINFECTION PAR L'AIR CHAUD ET LES SURFACES CHAUFFANTES*

L'utilisation de l'air chaud pour désinfecter des stocks de grains ou de farine a été préconisée, il y a plus de soixante-dix ans, en France, par de nombreux auteurs. Doyère en particulier a fourni sur ce mode de traitement une quantité importante de renseignements. Il étudia avec soin l'action de la chaleur d'une part sur le grain et sur ses qualités de semence ou de panification, d'autre part sur les Insectes nuisibles. Toute cette documentation doit rester à la base des recherches effectuées en vue de l'emploi de l'air chaud.

Rappelons seulement que la sécheresse de la graine a une très grande importance au point de vue de la conservation de la faculté germinative et que, sans perdre cette dernière, le Blé de semence peut être soumis à une température bien plus haute lorsqu'il est sec que lorsqu'il est humide. A titre expérimental, Doyère a pu dessécher du Blé dans le vide d'une machine pneumatique et le porter à une température de 100º sans altérer sa faculté germinative. Schribaux a fait aussi une série d'expériences démontrant les grandes différences

(1) P. Vayssière, Expériences résumées dans les *Annales des Epiphyties*, VIII, p. X et 316, Paris 1921.

éue présente la résistance des graines à la chaleur suivant qu'elles sont parfaitement sèches ou humides et il a fait voir que l'on pouvait maintenir le Bl- à une température de 60° pendant une heure sans nuire à la germination, à la condition que les graines fussent parfaitement sèches. Or il suffit d'exposer les Charançons adultes à 50° pendant deux minutes pour les faire mourir.

L'emploi de la chaleur a pris, ces dernières années, une grande importance dans divers pays en particulier pour la désinfection des graines et surtout pour les graines de Coton.

Les entomologistes américains, ayant constaté l'action imparfaite des fumigations d'acide cyanhydrique sur de nombreux Insectes des grains (*Tribolium*, *Lœmophleus*, *Tenebroides* |*mauritanicus*, *Silvanus*, etc.), ont étudié également la question de la chaleur en vue du traitement insecticide des immeubles agricoles et industriels.

Goodwin estime que la plupart des Insectes nuisibles communs succombent à une température de 50 à 55° C., sans qu'il y ait altération des produits végétaux parasités. La désinfection des Châtaignes, destinées à l'alimentation s'effectue dans de bonnes conditions de 50 à 52°. Les Noix, les fruits secs, les Pois, les Haricots ont été traités avec succès à 55° — 66°, pendant deux à quatre jours, temps utile pour que la chaleur puisse efficacement pénétrer au centre des cartons ou des emballages.

Pour les grains (Blé) de nombreux résultats permettent à Goodwin de conclure qu'un chauffage pendant plusieurs heures à 60° donne une désinfection parfaite, sans aucune altération du pouvoir germinatif, à condition que le Blé soit sec. Des Pois ont même pu être maintenus pendant plusieurs jours à cette température sans dommage à cet égard.

Les graines de Coton ont été étudiées d'une façon toute spéciale par le même auteur ainsi que par Schribaux (1920). Pour n'altérer en rien le pouvoir germinatif, il ne faut pas dépasser 70° pendant cinq minutes, que le milieu chauffant soit l'air ou l'eau. Les températures nécessitées pour la désinfection n'ont aucune action sur la quantité et la qualité de l'huile.

D'ailleurs, si l'on n'a pas en vue la conservation de la faculté germinative des températures notablement plus hautes peuvent être employées. Aux Etats-Unis, la décision de quarantaine n° 42 (1920) impose la mouture ou la désinfection par la chaleur pour le Maïs venant du Mexique. Cette désinfection doit être faite à une température d'au moins 93°C pendant au moins cinq minutes

Les Insectes ont une susceptibilité variable, suivant les espèces et les stades de développement, à l'action de la chaleur ; une différence de 8 à 10° F soit de 4°,5 à 5°,5 C., a été constatée par Goodwin pour tuer toutes les espèces nuisibles aux grains. Des œufs récemment pondus sont tués par l'action d'une température de 42-43° C. pendant vingt à trente minutes ; ce qui n'est pas suffisant pour des œufs déposés depuis plusieurs jours. Par contre, des jeunes larves de *Trogoderma ornatum* résistent à une température de

48° — 50° pendant 20 à 50 minutes, chaleur et laps de temps suffisants pour tuer des larves complètement développées.

Une atmosphère sèche, d'une façon générale, rend les Insectes plus sensibles à l'action de la chaleur, tout en permettant aux produits agricoles, aux graines en particulier, d'être moins sensibles au même agent.

Enfin la circulation de l'air pendant le traitement, par exemple à l'aide de ventilateurs électriques, entraine la mort des Insectes (*Tribolium*, *Lœmophleus Ephestia*, etc.) à une température inférieure de 2 à 3° F. à celle nécessaire pour obtenir le même résultat dans une atmosphère non perturbée (Goodwin).

D'après Mac Donald et Scholl, le « point thermique » qui entraîne la mort est constant pour une espèce donnée à un stade donné. Ainsi le Ver rose (*Gelechia gossypiella*) vit indéfiniment à une température inférieure à 52° C ; mais il est rapidement tué à une température supérieure :

A 52°	il est tué en	6	minutes.
— 55°	—	5	—
— 57°,5	—	3	—
— 66°	—	2	—
— 77°	—	1	—

Les chenilles d'*Ephestia kuehniella* vivent indéfiniment à 44°,5 et meurent en cinq minutes et demie à 45°, en une minute à 46°,5.

Les larves de *Tribolium* ne paraissent pas affectées par une temperature de 47°5, elles meurent en quatre à six minutes à 48° et en une seconde à 50° C.

Bien que très employé comme milieu chauffant, l'air possède des désavantages sérieux. Ainsi que le font remarquer Mac Donald et Scholl, sa chaleur spécifique est faible, moins de la moitié de celle des graines de Coton par exemple. Sa conductibilité calorifique est d'autre part très faible, ce qui nécessite de le chauffer à une température beaucoup plus élevée que celle atteinte par les graines ou denrées à désinfecter : il y a donc une grosse perte de chaleur.

C'est pour ces raisons que l'on a cherché à remplacer, dans la mesure du possible, l'air comme milieu chauffant par des surfaces métalliques qui ont, il est vrai, également une faible chaleur spécifique, mais qui ont une conductibilité très élevée. L'utilisation des métaux se fait en général sous forme de tuyaux dans lesquels circule de la vapeur et qui sont en contact avec les graines.

Appareils pour la désinfection des graines par la chaleur. — Dans les différentes méthodes que l'on peut employer pour désinfecter les graines par la chaleur, celles-ci doivent être en général disposées en couches assez minces et circuler dans l'appareil de façon à n'y séjourner qu'un temps assez court, en étant toutefois exposées à une température uniforme et suffisante. Aussi l'emploi de la chaleur comme agent de désinfection des graines, nécessite-t-il souvent des installations assez coûteuses.

Le plus ancien de ces appareils est, semble-t-il, l'étuve rotative à hélice

de Terrasse-Desbillons (1828), qui a été décrite par Doyère (1852). Cet auteur l'a perfectionnée en vue de ses expériences classiques pour la destruction de l'Alucite (*Sitotroga cerealella*). Dans l'appareil de Doyère (fig. 2), l'hélice a été remplacée par un cylindre en toile métallique qui peut être animé d'un rapide mouvement de rotation à l'aide d'une manivelle. Le Blé déversé par une trémie est amené dans ce cylindre et prend la température de la chambre en maçonnerie qui l'entoure et qui est chauffée par un calorifère

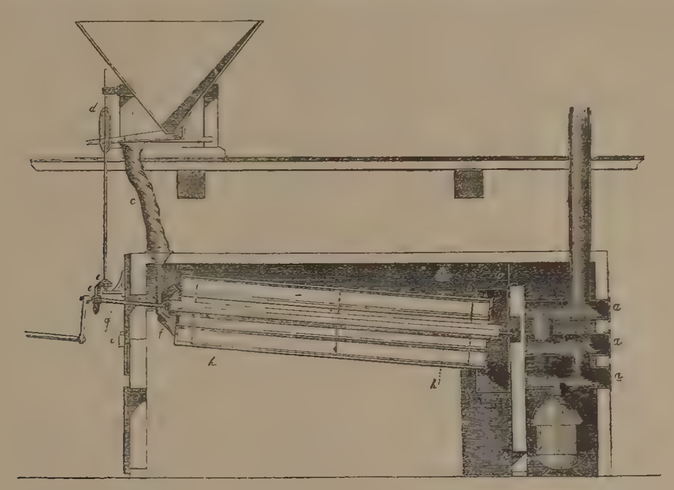


Fig. 2. — Étuve rotative de Terrasse-Desbillons, perfectionnée par Doyère.

à tuyaux multiples. Grâce au mouvement communiqué, tout le Blé se trouve ainsi régulièrement chauffé. Après avoir traversé le cylindre, le Blé se déverse dans une boîte thermométrique destinée à faire connaître la température; elle est constamment remplie par le courant de Blé qui traverse l'appareil ; le thermomètre est plongé dans ce courant et donne la température qui, dans la boîte thermométrique, est à peu de chose près égale à celle du cylindre. La température doit être maintenue entre 57° et 62° ; le chauffeur a plusieurs moyens pour y parvenir : il peut, soit à l'aide d'une clé accélérer ou ralentir le courant d'air chaud du calorifère, soit activer l'arrivée du Blé froid, soit encore faire tourner le cylindre avec une vitesse plus ou moins grande. Deux hommes assurent la manœuvre de l'appareil, l'un tournant la manivelle, l'autre alimentant la trémie et surveillant le chauffage. D'après Doyère, la quantité de Blé chauffée peut s'élever par jour à 100 hectolitres. A l'époque où il fit ses essais, il évalua à 300 francs le prix de la construction de l'appareil.

Un peu plus tard d'autres appareils furent construits dans lesquels la principale modification introduite consista à produire l'échauffement de l'air dans la chambre où séjourne le grain en employant de la vapeur d'eau circulant dans un serpentin : tels sont les appareils Vergier (fig. 3 et 4).

Aujourd'hui les appareils destinés à soumettre les grains ou autres pro-

duits agricoles à l'action de la chaleur, sont plutôt employés en France pour le séchage que pour leur désinfection. Un grand nombre de systèmes brevetés

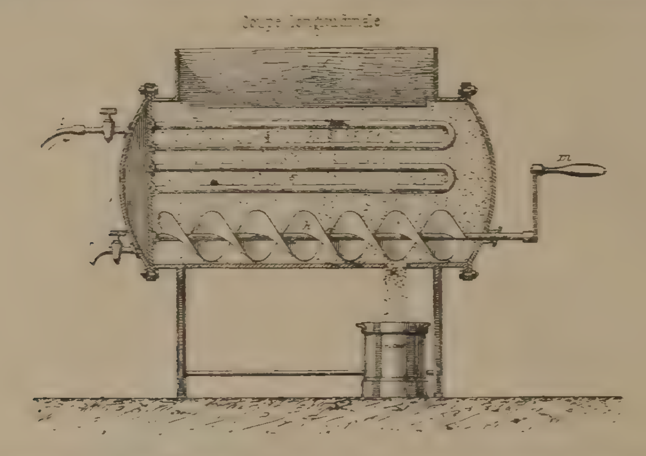


Fig. 3. — Appareil à air chaud Vergier, destiné à la désinfection des grains (d'après Girard, 1869).

sont dans le commerce et certains d'entre eux pourraient être employés en vue de la destruction des Insectes, tels qu'ils sont actuellement construits ou en

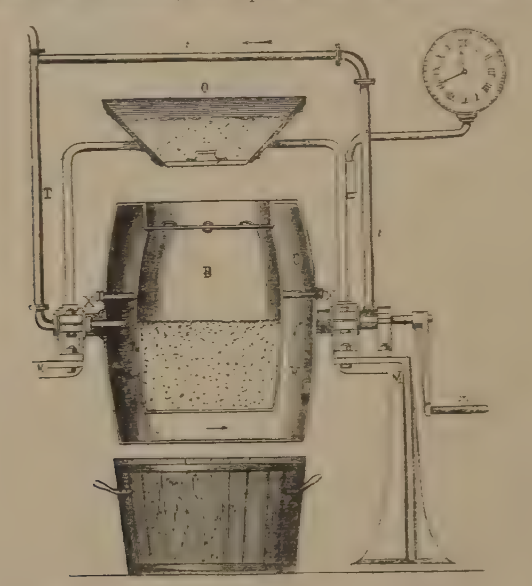


Fig. 4.— Étuve Vergier pour les grains attaqués (d'après Girard, 1873).

leur faisant subir seulement quelques modifications, afin d'élever la température moyenne à obtenir de 40° — 45° (séchage) à 55° — 60° (désinfection).

M. Saillard (1924) a tout dernièrement étudié en détails les principaux séchoirs pour graines de Betteraves ; il y aurait lieu de s'inspirer de son travail pour atteindre le but que nous cherchons : et l'on pourra se reporter très utilement à son mémoire pour se documenter sur les modèles que cet auteur passe en revue (Tripette et Renaud, Fouché, Huillard, à tambour tournant, etc.). D'autres systèmes (Devaux, Thomas, etc.) paraissent également intéressants au point de vue qui nous occupe.

A l'étranger, les appareils de désinfection par la chaleur sont par contre assez répandus, surtout en vue du traitement des graines de Coton susceptibles de renfermer des « Vers roses » (*Gelechia gossypiella*).

I. — Egypte. — En 1914, Storey et Lewis Gough firent connaître les résultats des expériences qu'ils avaient entreprises sous les auspices du Ministère de l'Agriculture égyptien pour fixer la technique d'une méthode permettant de traiter les graines de Coton en tuant les « Vers roses » sans dommage pour la graine.

Les premiers essais portèrent sur un appareil destiné à traiter la graine au moyen d'une fumigation par le sulfure de carbone. Cet appareil se montra bien approprié à sa destination, assurant la destruction des larves, sans que la graine eût à souffrir et dans des conditions économiques satisfaisantes. Néanmoins il n'eut pas la faveur des « égraineurs » auxquels les propriétés explosives d'un mélange d'air et de sulfure de carbone donnaient quelque inquiétude, et les efforts furent orientés vers la recherche d'un appareil à air chaud répondant à toutes les exigences de la pratique pour la désinfection des graines de Coton.

En 1915, une machine répondant au but que l'on se proposait fut construite et mise à l'épreuve (fig. 5). Elle consiste en un foyer pour la génération de l'air chaud, en une chambre à air chaud dans laquelle la graine circule et en un moteur. La chambre à air chaud est une caisse en fer rectangulaire recouverte extérieurement d'une couche isolante d'amiante qui s'oppose à la déperdition de chaleur. A l'intérieur de cette chambre se trouvent quatre bandes sans fin sur lesquelles la graine se trouve véhiculée. Au moyen d'un dispositif spécial, la graine, après avoir circulé sur une bande, est déchargée sur celle qui est immédiatement en dessous, jusqu'à ce qu'elle soit enfin rejetée à l'extérieur par l'intermédiaire d'une vis d'Archimède.

La graine est versée dans la machine au moyen d'une trémie automatique qui distribue son contenu en quantité juste suffisante pour qu'il s'étale sur toute l'étendue de la bande en une couche dont l'épaisseur ne dépasse pas celle d'une graine. Un ventilateur placé près de la bouche d'entrée détermine une active circulation d'air chaud. Un registre interposé entre le générateur d'air chaud et la chambre à air chaud permet au moyen d'une clé de régler la température d'une façon suffisante. Rien n'empêche d'adjoindre en outre un régulateur automatique.

L'appareil est réglé de telle sorte que la température de la graine, à sa sortie, soit maintenue entre 48° C et 55° C, de préférence vers 50° C.

Le temps de passage nécessaire peut varier entre cinq et dix minutes, pendant lesquelles la graine est exposée à des températures variant depuis l'étage supérieur jusqu'à l'étage inférieur et pouvant être très au-dessus de celle de sortie dans la partie la plus chaude (étage inférieur).

Fig. 5. — Une des grandes machines à désinfecter les graines de Coton par l'air chaud utilisées en Égypte (d'après GOUGH, 1916).

Si cette machine peut donner satisfaction dans un pays ou le Pink Boll-worm existe déjà et où par conséquent on ne vise pas tant une destruction totale de l'Insecte que l'obtention d'une graine suffisamment saine pour les besoins de la culture, elle ne paraît pas présenter des garanties suffisantes pour donner une graine qui puisse être importée sans danger dans un pays où l'Insecte n'existe pas encore. Lorsque la machine n'est pas alimentée d'une façon continue et régulière, il se produit en effet par instants des abaissements de température qui peuvent entraîner la survie d'un certain nombre de chenilles.

Pendant ces dernières années, d'autres machines à air chaud ont été cons-

truites en Egypte sur des principes différents de la précédente : certaines traitent les graines par radiation (Domain's Machine, Le Caire ; — Matsouchi's Machine, Mansura). D'autres encore traitent les graines par contact direct sur plaque métallique chauffante (Simon, Lenzi et Macri, définitivement approuvées par le Ministère de l'Agriculture égyptien, etc.),

La machine Simon (Simon's hot-air-Machine) n'est autre qu'un appareil utilisé en Angleterre pour le séchage du malt et qui a subi quelques modifications pour le chauffage des graines de Coton. Comme les autres, elle n'assure pas la destruction absolument totale des insectes.

II. — Etats Unis. — Mac Donald et Scholl (1922) ont étudié avec soin les trois types de machines qui sont autorisées au Texas pour la désinfection complète des graines de Coton et qui sont fondées sur l'emploi de l'air

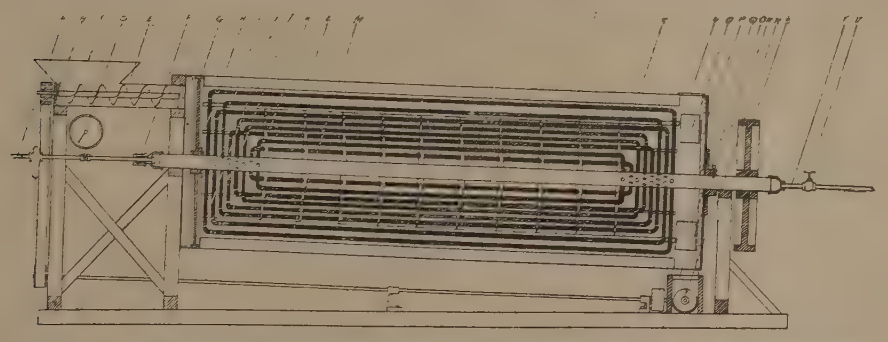


Fig. 6. — Étuve à air chaud à tambour fixe et tuyaux distributeurs de vapeur mobiles (modèle adopté par l'État du Texas).

chaud. Les graines uniformément exposées à la chaleur sèche pendant trois minutes et demie et déchargées de l'appareil à une température de 63° C. sont exemptes de Vers roses vivants.

Premier type (fig. 6). — L'étuve comprend un grand tambour fixe garni dans le sens de son grand axe d'un grand nombre de tuyaux dans lesquels circule de la vapeur et dont l'ensemble est animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe du cylindre. Les graines circulent entre les tuyaux.

Deuxième type (fig. 7). — Il ressemble au précédent, mais les tuyaux distributeurs de vapeur sont fixes, tandis que le tambour est animé d'un mouvement de rotation.

Troisième type (fig. 8). — Le tambour tourne et les tuyaux amenant la vapeur, étant fixes, sont groupés pour constituer des plans inclinés sur lesquels circule la graine

Mac Donald et Scholl insistent sur l'importance d'avoir annexé aux étuves de désinfection des thermo-enregistreurs extrêmement sensibles qui

enregistrent en particulier la température de la graine à sa sortie de l'appareil.

Enfin, il faut citer l'appareil que DOANE (1924) a établi et qui permet de

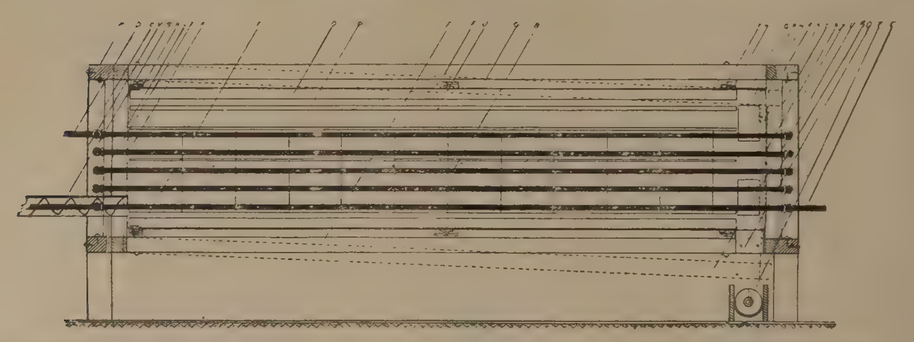


Fig. 7. — Étuve à air chaud à tambour mobile et tuyaux distributeurs de vapeur fixes (modèle adopte par l'État du Texas).

désinfecter les grains ou les farines par une élévation brusque et très courte de la température au moyen du chauffage électrique. Tous les stades de

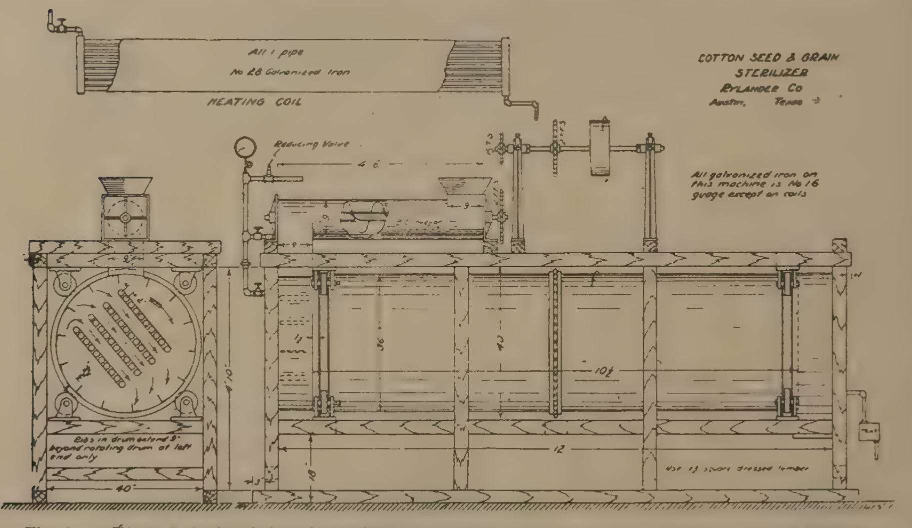


Fig. 8. — Étuve à air chaud dont le tambour est mobile et les tuyaux fixes groupés en plans inclinés (modèle adopté par l'État du Texas, d'après Mc DONALD et SCHOLL).

Ephestia kuehniella sont tués en quatre minutes à 82° C. par exposition directe. Sous 13 millimètres d'épaisseur de farine, tous les stades de *Gnathocerus cornutus* sont tués en douze minutes à 83°.

8° *DÉSINFECTION PAR LA VAPEUR SÈCHE (vapeur vive)*

L'application directe de la vapeur comme milieu chauffant présente des avantages, quand son utilisation est possible. L'eau possède en effet une chaleur spécifique et une chaleur latente de vaporisation très élevée. On a bien constaté que le traitement par la vapeur vive donne aux graines une aug-

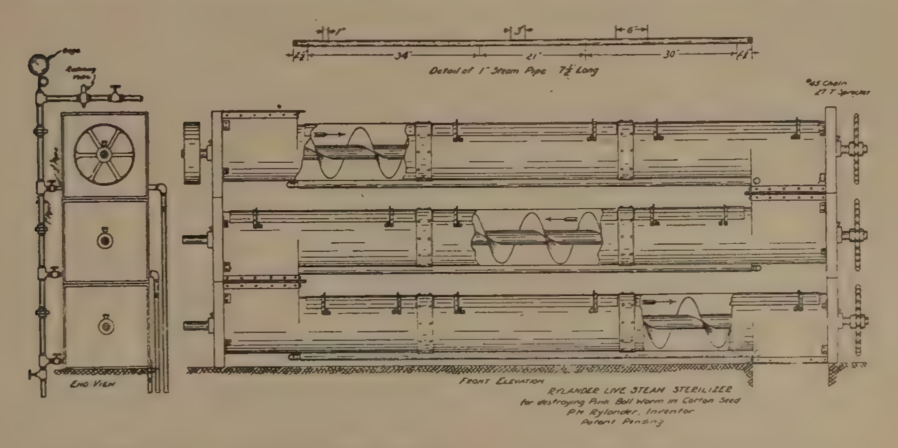


Fig. 9. — Étuve à vapeur sèche (ou vive) utilisée au Texas pour la désinfection des graines de Coton (d'après Mc Donald et Scholl).

mentation immédiate de 1,5 p. 100 en poids, mais dix jours après, elles ont retrouvé le poids qu'elles avaient avant le traitement. Pour préciser cette action, Mac Donald et Scholl traitèrent à 63° par la vapeur six tonnes de grains qui furent entassées aussitôt après en une masse compacte. Trente-quatre heures après, la masse entière était froide, apparemment sèche et certainement non altérée.

D'ailleurs le Federal Horticultural Board autorise pour la désinfection des graines de Coton un type de machine utilisant la vapeur vive (fig. 9). L'appareil décrit et figuré par Mac Donald et Scholl rappelle à peu près le modèle français du séchoir Tripette et Renaud : les graines circulent successivement dans trois tambours fixes superposés où elles sont entraînées par une vis d'Archimède. La vapeur circule dans chacun des tambours en sens inverse.

La vapeur est aussi employée pour la désinfection des locaux agricoles et des wagons (Pl. VI, fig. 1).

9° *DÉSINFECTION PAR L'EAU CHAUDE*

Cette méthode est employée en Hollande pour la désinfection des bulbes floraux et la destruction des Nématodes qu'ils peuvent contenir. Elle doit

être pratiquée suivant une technique spéciale dont les principes ont été fixés par VAN SLOGTEREN (Service phytopathologique hollandais) et qui a été spécialement étudiée en France par G. POIRAULT. Les appareils consistent en des chaudières pouvant contenir 150 à 300 litres ; le chauffage est obtenu au moyen d'un fourneau à gaz et un régulateur permet d'avoir une température constante. Tous les bulbes provenant de cultures suspectes sont traités à une température de 43°.5 C., pendant une durée qui varie de deux heures et demie à quatre heures, suivant la taille des bulbes. Ce traitement permet de détruire tous les Nématodes des Jacinthes ou Narcisses (*Tylenchus devastator*) et les larves des Mouches des Narcisses (*Merodon equestris* et *Eumerus strigatus*), sans endommager les bulbes. Depuis peu, de très grands appareils permettant de traiter jusqu'à 10 hectolitres de bulbes on été mis en fonctionnement par le service hollandais (Pl. X fig. 1 et 2). Tous les détails de la technique culturale et de la désinfection des bulbes, permettant d'obtenir une production absolument saine, ont été fixés par les travaux effectués au Laboratoire spécial de recherches sur les bulbes qui a été installé à Lisse dans les meilleures conditions désirables pour le travail.

On sait que l'eau chaude a été aussi employée pour la désinfection antiphylloxérique des boutures et des plants de Vigne racinés. Les premiers essais ont été faits par BALBIANI et HENNEGUY à une température de 50°. En 1899, les expériences de COUANON, MICHON et SALOMON ont montré qu'une immersion dans l'eau chaude à 53° pendant cinq minutes permet de désinfecter les plants de Vignes racinés ou non ; ce traitement ne nuit pas à la reprise des boutures si l'on a soin d'opérer avant la mise en stratification dans le sable.

10° *DÉSINFECTION PAR IMMERSION DANS DES BAINS CHIMIQUES*

a. **Bains savonneux au sulfocarbonate de potasse.** — Cette méthode qui donne d'excellents résultats est celle qui est employée en Suisse actuellement (Station viticole de Lausanne) pour la désinfection antiphylloxérique des boutures de Vigne et plants racinés.

Doses à employer :

Savon noir	1
Sulfocarbonate de potasse à 32° B	3
Eau	100

Durée de l'immersion : douze heures. [D'après FAES].

b. **Bains à l'acide sulfurique.** — Le traitement des grains par de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique (1 litre d'acide sulfurique pour 150 litres d'eau) est, depuis les anciens travaux de DAVAINE, préconisé pour la destruction

de l'Anguillule du Blé (*Tylenchus tritici*). La durée de l'immersion est de vingt-quatre heures.

L'acide sulfurique est encore utilisé pour la désinfection des graines de Coton. C'est le procédé qui est employé maintenant (1924) dans le Service d'inspection et de désinfection (Inspection House) de Washington. Le traitement consiste à immerger les graines de Coton dans de l'acide sulfurique concentré pendant environ dix minutes, puis à les laver ensuite à grande eau.

Des essais furent poursuivis à la Station entomologique de Paris avec le concours de MM. MIMEUR et LAFFONT, ingénieurs d'agronomie coloniale, pour préciser l'action de l'acide sulfurique sur les Insectes et les graines de Coton.

Chacun d'eux porta sur un kilogramme de graines de la variété Simfkins n° 16066 *a*. Les semences, après un trempage dans l'acide sulfurique concentré ou dilué pendant un temps variant de cinq à vingt minutes, furent lavées à grande eau durant dix minutes, puis séchées :

Nombre de graines p. 100 ayant germé après cinq jours :

Durée du traitement.	Graines traitées par SO^4H^2, concentré 65,5 — 66.	Graines traitées SO^4H^2 dilué à $\frac{1}{2}$	Graines non traitées
5 minutes....................	79 p. 100	73 p. 100	84 p. 100
10 minutes....................	85 —	86 —	
15 minutes....................	[illegible] —	[illegible] —	[illegible] —
20 minutes....................	[illegible] —	[illegible]	

Graines, traitées par SO^4H^2 concentré durant 10 minutes, mises à germer

après un mois	*après deux mois.*
78 p. 100	82 p. 100

Comme ce tableau l'indique, une immersion de vingt minutes dans l'acide concentré donne un pourcentage de germination sensiblement égal à celui des témoins.

Ne disposant pas de Vers roses à la Station entomologique de Paris, des chenilles et des cocons de *Galleria melonella* (Teigne de la Cire) furent placés à titre expérimental au milieu des graines traitées (ce Lépidoptère a été choisi en raison de sa très grande résistance apparemment supérieure à celle de *Gelechia gossypiella*). La majorité des larves étaient tuées en moins d'une minute, dans l'acide pur, la destruction des cocons était complète après quatre minutes environ.

c. **Bains au sulfate de cuivre** (1). — Nous ne ferons que rappeler ce traitement classique des semences des céréales contre la carie et le charbon : 2 kilogrammes de sulfate de cuivre dans 100 litres d'eau : dans cette solution on trempe à plusieurs reprises un panier contenant 15 à 20 litres de semences, en frottant les grains entre les mains. Après avoir fait égoutter

(1) On trouve des indications détaillées sur la désinfection des semences par le sulfatage et par d'autres méthodes dans le Traité suivant : ÉMILE MARCHAL. — Éléments de Pathologie végétale. Gembloux, Paris, 1925 (Voir pages 25-32).

on trempe plusieurs fois le panier dans un lait de chaux (3 à 4 kilogrammes par 100 litres d'eau) et on laisse sécher.

d. **Bains à la formaline ou formol** (solution d'aldhéhyde formique à 40 p. 100). — Ils sont employés également depuis plusieurs années contre la carie et le charbon des semences de céréales et paraissent d'une efficacité plus grande. On prépare le bain en ajoutant 1/4 de litre de formaline du commerce à 100 litres d'eau ; on opère par trempages répétés, comme il a été indiqué précédemment pour les sulfatages, ou bien encore on laisse en présence pendant quelques heures dans l'eau et l'on fait sécher rapidement en étalant la semence, pour éviter l'action prolongée de la formaline.

La désinfection des Pommes de terre pour diverses maladies cryptogamiques peut être obtenue efficacement en immergeant les tubercules pendant deux heures dans un bain contenant de la formaline dans les proportions indiquées ci-dessus.

Dans ces traitements, il faut avoir grand soin d'éviter la présence ou la formation d'un produit de polymérisation de l'aldéhyde formique : la paraformaldéhyde, qui est très toxique pour l'embryon de la plante et qui se trouve dans les formols impurs sous forme d'un précipité blanc. Le séchage rapide et complet aussitôt après le traitement, ou plus sûrement encore un lavage de quelques heures dans de l'eau courante mettent à l'abri de tout danger. Les grains formolés, semés aussitôt après le traitement dans un sol d'humidité normale, n'ont pas, d'autre part, à souffrir.

e. **Bains aux sels de mercure.** — Une solution de bichlorure de mercure très étendue a été employée pendant longtemps à Alger pour la désinfection des graines de Coton importées. Le traitement par immersion était fait dans de grandes cuves en ciment. L'importation des graines de Coton ayant été prohibée, cette méthode n'est plus appliquée.

Le bain de bichlorure de mercure à 1 p. 1000 est employé dans l'Afrique du Sud pour le traitement des graines d'Orge et de Maïs importées, ces graines n'étant d'ailleurs admises qu'en quantités très limitées (10 livres d'une variété par an pour un importateur).

On a pratiqué aussi avec succès la désinfection des Pommes de terre de semence par une immersion semblable pendant une heure à une heure et demie, suivie de plusieurs lavages à l'eau.

Sous le nom d'Uspulun, on emploie actuellement beaucoup en Allemagne, pour la désinfection des graines, un chlorophénolate mercurique associé à un produit résiduel. Ce produit contient une matière colorante verte et est utilisé en solution à 0,25 pour 100, l'immersion durant une demi-heure.

Utilisation du vide partiel dans la désinfection par les bains chimiques. — Il est souvent difficile par des bains insecticides d'obtenir la

destruction complète des larves mineuses des arbres fruitiers telles que *Sanninoidea opalescens* ou de certains autres parasites, tels que les formes radicicoles du Phylloxéra et du Puceron lanigère, les croûtes formées par le *Phenicococcus Marlatti* à l'aisselle des feuilles de Dattiers, etc. Les Américains sont arrivés depuis peu à obtenir la désinfection complète par l'utilisation du vide partiel exactement dans les mêmes conditions que pour les traitements à l'acide cyanhydrique et au sulfure de carbone (Pl. VI, fig. 2).

Il suffit d'adjoindre aux fumigatoriums construits pour les traitements gazeux une cuve portative en fer étamé dans laquelle on dispose les plantes à traiter et le liquide insecticide.

Plusieurs produits ont été expérimentés (bouillies sulfo-calciques, huiles miscibles à l'eau, etc.) et les meilleurs résultats ont été obtenus avec des solutions à 1/800 de sulfate de nicotine à 40 p. 100, dont l'emploi tend à se généraliser en Californie : deux installations importantes fonctionnent déjà à San Francisco et à Sacramento.

Voici la technique adoptée, d'après D. B. Mackie, qui nous a aimablement documenté *in litteris* sur la question et nous a communiqué de nombreuses photographies.

Les produits de pépinières sont immergés entièrement, y compris les racines et le collet. On aspire l'air jusqu'à ce que le vide atteigne 25 à 27 pouces (685 millimètres). Puis on laisse se rétablir, par introduction d'air, la pression atmosphérique normale. L'opération totale dure environ cinq minutes et son action peut se résumer ainsi : lorsque la diminution de pression s'opère au-dessus du liquide, l'air qui est emprisonné dans les mottes de terre ou les galeries d'insectes est aspiré et se dégage du liquide sous forme de bulles. Quand les soupapes sont ouvertes et permettent à l'air de rentrer dans le tank, l'insecticide, sous cet accroissement de pression, pénètre dans les galeries d'insectes et dans les mottes de terre.

11° *L'ENSILAGE HERMÉTIQUE*

Les recherches du « Grain Pests (War) Committee » de Londres faites au cours de ces dernières années ont remis en honneur, pour la protection des graines et des farines contre tous leurs parasites, le procédé qui fut si ardemment préconisé par Doyère pendant de nombreuses années : l'ensilage hermétique.

Quelques données nouvelles ont été apportées et il a été prouvé notamment que la température ambiante était sans influence sur l'efficacité du procédé (1).

(1) Doyère estimait en effet, sans avoir approfondi la question, que ses silos hermétiques ne pouvaient protéger les stocks de grains contre la multiplication et l'envahissement des Insectes, que si la température restait basse. Pratiquement d'ailleurs, si les conditions d'herméticité absolue ne sont pas complètement assurées, les températures basses doivent être considérées comme éminemment favorables.

De très nombreuses expériences ont été faites en vue de préciser l'action de l'emmagasinage hermétique sur les Insectes et sur les grains ou produits dérivés, en analysant les divers facteurs qui interviennent.

Voici les principales conclusions auxquelles DENDY et ELKINGTON sont arrivés :

1° Les seuls gaz présents dans les récipients hermétiques, dans les conditions normales, sont l'oxygène, l'azote et le gaz carbonique ;

2° Les Insectes des grains et des farines dans un récipient hermétique, avec ou sans produit agricole, succombent lorsque l'oxygène a été épuisé, une quantité correspondante de gaz carbonique étant produite.

Des expériences précises, toutes concluantes, ont été faites avec les principaux Insectes à tous les stades d'évolution. L'engourdissement des Charançons commence, dès que le gaz carbonique atteint 18 à 19 p. 100 du volume total d'air. A 30° C les *Rhizopertha dominica*, dans un récipient hermétique plein de grains, meurent quel que soit le stade, en trois jours. Les chenilles d'*Ephestia kuehniella* de tous âges, à 28°, cessent tout mouvement après vingt-quatre heures et à l'ouverture du bocal, sept jours après, elles sont toutes mortes. D'ailleurs de l'ensemble des expériences poursuivies en Angleterre il ressort que les stades larvaires et même le stade œuf sont plus sensibles à l'augmentation du pourcentage du gaz carbonique que les adultes. Donc la fermeture hermétique apparaît comme suffisante, à elle seule, pour la protection des denrées, telles que les biscuits et autres produits alimentaires (1).

3° La quantité de gaz carbonique, dégagée par le grain vivant dans un récipient hermétique, est en fonction directe de l'humidité contenue dans le grain et de la température ambiante.

4° Par égard à cette humidité, il existe un point critique, au-dessus duquel la production de gaz carbonique par le grain augmente subitement d'une quantité importante. Entre 20° et 30°, pour les grains mis en expérience par les auteurs, le point critique d'humidité intérieure, varie de 13,25 à 16,95 p. 100.

5° Au-dessus de ce point critique, dans un récipient hermétique, le grain est très rapidement mis hors d'atteinte des attaques des Insectes.

6° La quantité d'oxygène, absorbée par le grain vivant ayant une humidité peu élevée, est supérieure à la quantité de gaz carbonique dégagé.

7° L'absence complète d'oxygène dans l'atmosphère est, à elle seule, suffisante pour tuer les Charançons des grains, sans faire intervenir la présence du gaz carbonique, tandis que ces Insectes peuvent rester vivants pendant un temps considérable, lorsqu'il existe seulement un petit pourcentage d'oxygène.

(1) Ces résultats ont une grande importance pratique pour les entrepôts militaires. Ils viennent en contradiction avec ceux qui avaient été publiés au cours de la guerre [H. DURRANT a. Col. BEVERIDGE. — Report on the temperature reached in Army biscuit (*Brit. Mus. Nat. Hist.*, 1918)] et d'après lesquels les Insectes des grains sont susceptibles de se multiplier indéfiniment dans un espace confiné.

8° Le gaz carbonique exerce sur les Insectes une action toxique indépendante de la diminution corrélative d'oxygène. Ainsi à 30-31°, *Calandra oryzæ* a été tué en moins de douze jours dans une atmosphère contenant de 14,08 à 22,56 p. 100 de CO^2, malgré la présence de 13,88 p. 100 d'oxygène constatée en fin d'expérience (1).

9° Le gaz carbonique pur (humide) est moins toxique pour les Insectes que le gaz carbonique mélangé avec un petit pourcentage d'oxygène. En effet, pur, le gaz carbonique agit presque instantanément comme un narcotique sous l'action duquel les Insectes, tels que Charançons, peuvent rester longtemps sans perdre la faculté de reprendre leurs mouvements. Il est vraisemblable, selon les savants anglais, que l'action toxique plus rapide du mélange $CO^2 + O$ résulte de ce que la petite quantité d'oxygène qu'il contient est suffisante pour maintenir la marche des échanges du métabolisme animal et pour permettre au gaz carbonique d'agir comme poison. En l'absence absolue d'oxygène, le métabolisme serait au contraire immédiatement suspendu.

Les résultats obtenus par Dendy et Elkington que nous venons d'exposer sont susceptibles d'avoir une grande portée pratique, dans toutes les circonstances où des accumulations de grains, de farines, de biscuits, etc., devront être faites, par exemple pour l'alimentation d'une armée en campagne. L'ensilage hermétique assure généralement la stérilisation et prévient la réinfection ; ce qui n'est obtenu par aucune autre méthode courante (2).

Toutefois, dans la pratique, il y a à tenir compte de ce fait que les œufs d'Acariens sont particulièrement résistants à l'emmagasinage hermétique (Newstead and Duvall, 1918) et que, pour mettre le grain à l'abri de ces animaux, le facteur sécheresse semble l'emporter sur celui de l'herméticité. De plus, si l'herméticité n'est pas parfaite, une humidité de 13 à 14 p. 100, bien que favorable au dégagement rapide d'acide carbonique, pourra nuire à la conservation du grain. Il ne faudra donc recourir dans la pratique à ce procédé qu'avec soin et prudence.

Il n'est pas possible, *a priori*, de donner des précisions sur le laps de temps nécessaire pour l'extermination complète, dans un silo, des Charançons des grains. Cette durée dépend en effet de divers facteurs qu'il est impossible d'évaluer avec précision (nombre d'Insectes présents, température, humidité, O et CO^2, etc.). Quoi qu'il en soit, il y a avantage à ce que le local soit aussi complètement rempli que possible (3) : si seulement la moitié de la capacité est

(1) Claude Bernard avait d'ailleurs fait des expériences très probantes montrant que l'acide carbonique a une action délétère qui lui appartient en propre : il a fait voir que des Oiseaux périssent dans une atmosphère plus riche en oxygène que l'air ordinaire, mais renfermant 13 p. 100 de gaz carbonique. L'asphyxie serait due alors à la surabondance d'acide carbonique dans le sang veineux, qui ne peut s'en débarrasser dans un milieu qui en contient déjà en assez forte proportion.

(2) L'ensilage hermétique arrête ou empêche également l'échauffement du grain, quelle qu'en soit son origine.

(3) On sait que, dans le cas du Blé, le volume d'air existant entre les grains est d'environ 38 p. 100 du volume total occupé par ces derniers.

occupée par du grain fortement charançonné, il ne faut pas plus de vingt-quatre heures pour voir tous les Insectes immobilisés et à partir de ce moment les dégâts se trouvent enrayés, tandis que la mort frappe successivement, pendant les jours suivants, les divers stades des parasites.

D'ailleurs dans tous les pays où l'ensilage hermétique est utilisé, en particulier dans les pays chauds (Indes anglaises), cette méthode donne complète satisfaction.

12° *UTILISATION DES BASSES TEMPÉRATURES*

L'efficacité des basses températures pour la protection d'un grand nombre de produits agricoles contre les Insectes est connue depuis longtemps. Howard, en 1896, en a montré toute l'importance.

Pour les parasites des grains et des farines, de récentes recherches ont montré que si la température est maintenue entre — 5 et — 10°, leur évolution est complètement enrayée et qu'on peut ainsi conserver indéfiniment des quantités importantes de denrées.

De Ong (1921) a fait des observations identiques pour la protection des fruits secs, emmagasinés à une température variant de + 2° à — 12° C. Tous les Insectes parasites, trois à quatre mois après, avaient cessé de vivre. Le coût de cette opération a été estimé à 2, 3, 3,5 p. 100 de la valeur totale des marchandises.

D'après les recherches de Back et Pemberton, la Mouche des fruits (*Ceratitis capitata*), quel que soit son stade d'évolution, ne survivrait pas à une température de :

4° à 7° C.	maintenue	pendant	7	semaines.
4° C.	—	—	3	—
0° C.	—	—	2	—

La plupart des fruits peuvent au contraire supporter sans altération ces températures.

Toutefois, les recherches récentes de Mally, en Afrique du Sud, sur l'utilisation du froid dans la lutte contre les Insectes nuisibles (*Ceratitis capitata*) nous obligent à être très circonspects quant à l'efficacité réelle de la méthode. La Division entomologique de l'Afrique du Sud a cru devoir, dans une circulaire officielle, exposer les résultats divergents obtenus d'un côté par Back et Pemberton, d'un autre côté par Mally et elle estime que la valeur de la méthode est insuffisamment établie. La question de savoir si les divergences signalées ne seraient pas en relation avec le mode d'application du froid est d'ailleurs réservée. Il se pourrait, en effet, qu'une réfrigération brusque ait une action plus mortelle pour les Insectes qu'une réfrigération graduellement amenée.

On se sert avec avantage du froid au Brésil pour la destruction des Insectes des Tabacs dans les manufactures et en particulier du « Cigarette beetle

(*Lasioderma serricorne*). Une exposition des produits à une température variant entre — 4° et — 10° pendant 22 jours donne les meilleurs résultats [Pook, 1910] (1).

DEUXIÈME PARTIE

LES STATIONS DE DÉSINFECTION AGRICOLE

Indications générales pour leur établissement. Quelques types de Stations. — Malgré la nécessité impérieuse des Stations d'inspection et de désinfection dans les ports ou aux points frontières, nécessité prévue implicitement par les règlements en vigueur (2), ni la France, ni ses colonies ne possèdent de telles organisations. Une seule exception existe sur les territoires soumis à l'influence française : l'Algérie, qui a un Service de défense des cultures avec Stations de désinfection. Le Maroc est sur le point d'avoir également une organisation de premier ordre pour la protection sanitaire de son domaine agricole. Il est à désirer que la Métropole suive ces exemples et, après l'établissement récent de la Fourmi d'Argentine, du *Diaspis pentagona* et du *Doryphora decemlineata*, il importerait de prendre toutes dispositions utiles pour retarder aussi longtemps que possible l'introduction chez nous d'autres fléaux non moins dangereux, tels que les *Popillia*, l'*Aspidiotus perniciosus* (Pou de San José), la Sésie du Pêcher (*Sanninoidea exitiosa*), etc.

Une Station de désinfection réalisant une installation complète doit comprendre :

1° Un grand abri pour l'emmagasinage des plantes et marchandises diverses devant être soumises à la désinfection ;

2° Une salle bien éclairée pour l'inspection des plantes et produits végétaux ;

3° Plusieurs pièces ou cabines de désinfection ; en particulier :

a. Une pièce réservée à la désinfection par la chaleur ;

b. Une ou deux réservées à la désinfection par les gaz toxiques : acide cyanhydrique, sulfure de carbone ;

c. Une salle contenant des cuves en ciment pour les traitements par immersion ;

4° Un incinérateur pour la destruction par le feu des végétaux ou produits contaminés.

Il y a avantage, dans certains cas, à installer des radiateurs dans les

(1) Contre le même Insecte, les rayons de Roentgen ont été employés avec succès au Mexique dans les manufactures. La machine utilisée permettrait de traiter 40 000 cigares à l'heure [Runner et Skerett 1916].

(2) Il est dit par exemple dans les textes réglementant l'importation des produits agricoles en France que les envois de fruits frais, ou débris de fruits frais, originaires des Etats-Unis et du Canada, ainsi que tout le matériel ayant servi à leur transport doivent être soumis à une inspection technique lors de leur entrée en France, en vue d'empêcher l'introduction du *Doryphora* de la Pomme de terre (Décret du 13 juillet 1922) et du Pou de San José, *Aspidiotus perniciosus* (Décret du 30 novembre 1898).

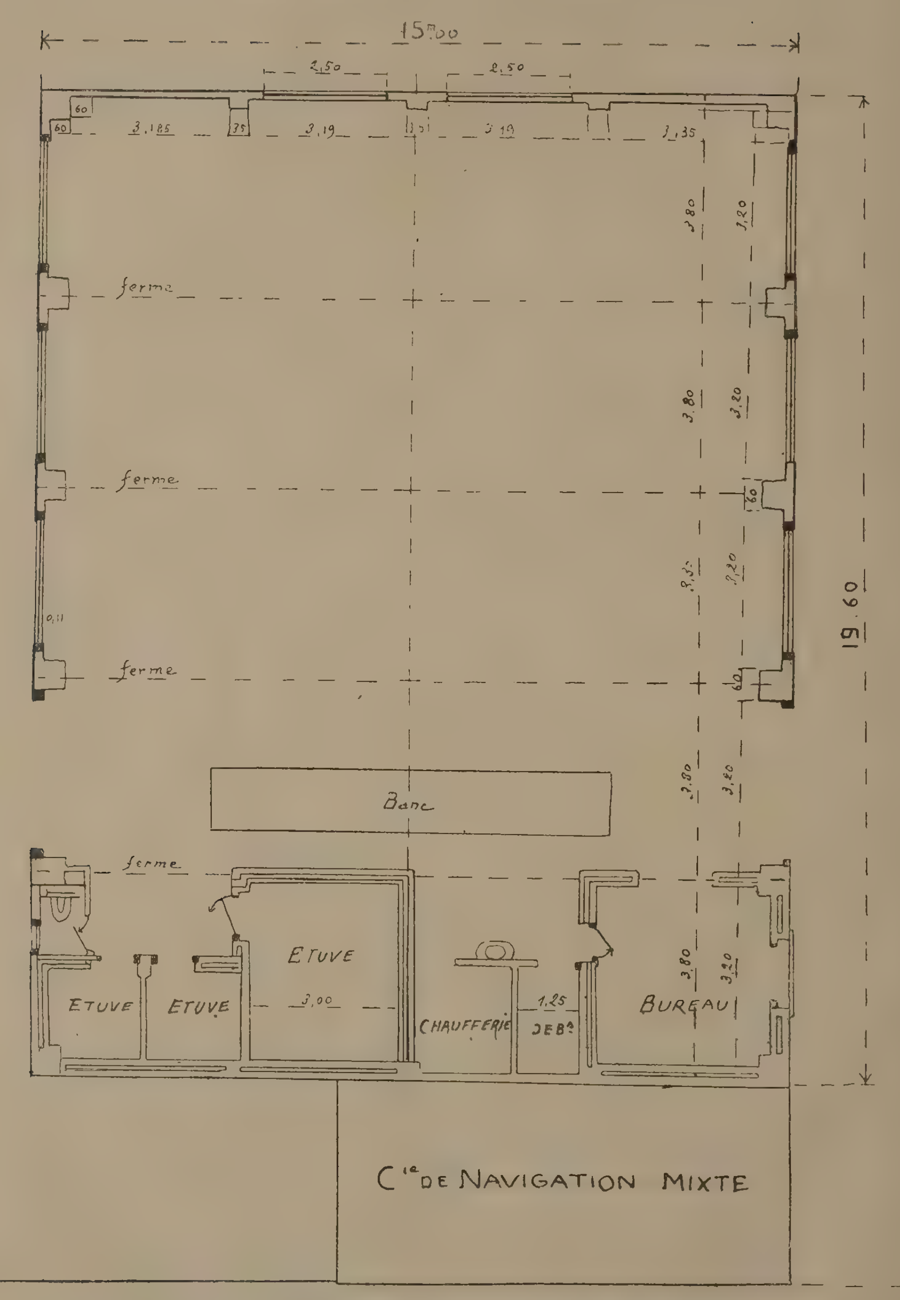


Fig. 10. — Plan de la station de désinfection du port d'Alger.
Cette figure, ainsi que les trois suivantes, d'après des croquis communiqués par MM. Delassus et Robinet.

chambres de désinfection, afin de permettre l'action simultanée de la chaleur et des gaz toxiques, ce qui augmente l'efficacité de ces derniers.

Un des locaux destinés à la désinfection par les gaz toxiques sera, si possible, équipé pour le traitement des plantes ou des produits végétaux dans le vide partiel, ce qui donne une beaucoup plus grande sécurité au point de vue de l'efficacité du traitement.

Enfin une installation pour la désinfection des wagons (Pl. VI, fig. 1) sera utile à prévoir dans certains cas particuliers, comme il a fallu le faire aux Etats-Unis, à la frontière méridionale.

Nous ne pouvons passer en revue toutes les combinaisons qui sont adoptées actuellement et qui sont appropriées, d'une façon générale, aux nécessités d'un pays donné ou au but qu'il se propose en un point déterminé : ainsi les Stationt des Etats-Unis sur la frontière mexicaine doivent porter plus particulièrement leurs efforts sur la protection des immenses cultures cotonnières des Etats du Sud. Nous essaierons seulement de donner une idée de certains Services existants, dont l'expérience acquise sera toujours utile pour les programmes à élaborer.

SERVICE DE DÉSINFECTION DES VÉGÉTAUX EN ALGÉRIE

En application du décret du 25 janvier 1909, le Gouvernement général de l'Algérie a organisé un service de désinfection des végétaux à l'arrivée dans chacun des ports d'Oran, d'Alger, de Philippeville et de Bône.

Celui d'Alger, qui peut servir de type, a été réorganisé en 1922. D'après les renseignements, documents et rapports très obligeamment transmis par M. Delassus, inspecteur de la Défense des cultures et M. Robinet, expert principal du Service, les nouvelles installations en douanes d'Alger comprennent un grand hall et trois chambres de désinfection (fig. 10). Le hall (en briques à 9 trous) sert à l'emmagasinage des colis de végétaux. Les trois chambres de désinfection ont été aménagées de façon à pouvoir employer indifféremment tous produits à l'état gazeux, acide cyanhydrique, sulfure de carbone, etc., sans danger d'intoxication pour l'opérateur. Certains produits nécessitant une élévation de température, tel le sulfure de carbone, une installation de chauffage central (1) a été établie ; chaque chambre est munie d'un radiateur à eau chaude composé d'un nombre d'éléments variables suivant la capacité de la chambre. Les capacités des trois chambres, dites étuves, sont respectivement de $54^{m^3},451$, $11^{m^3},752$ et $10^{m^3},993$.

Les murs extérieurs de ces chambres sont à doubles parois en briques à 9 trous ; les cloisons de séparation des chambres sont en briques à 6 trous ; le galandage, formant à l'intérieur la double paroi, est en briques à 3 trous. Pour

(1) En raison des dangers d'explosion et d'incendie, le foyer est, bien entendu, dans un local indépendant et écarté des chambres de désinfection.

plus de solidité les parois sont reliées, tous les mètres environ, par une brique en travers. Le vide entre les deux parois est comblé par une matière isolante (liège). L'intérieur des chambres est crépi au ciment, à deux couches, dont la dernière lissée. Chacune des chambres est munie d'une porte de 1m,80 de haut sur 0m,85 de large et 0m,12 d'épaisseur; cette porte est également à doubles parois (Pl. IX, fig. 1) et garnie sur les bords de drap épais pour assurer une fermeture hermétique ; elle présente à 0m,50 du sol une bouche d'aération de 0m,20 de diamètre qui sera décrite au paragraphe de la ventilation.

Fumigations. — Les fumigations à l'acide cyanhydrique sont le plus couramment employées.

La manière de procéder pour le développement des vapeurs cyanhydriques est la suivante :

La quantité d'eau nécessaire à l'opération est versée dans une cuvette en



Fig. 11. — Dispositif utilisé à Alger pour introduire dans la chambre de désinfection l'acide sulfurique dans le vase contenant au préalable le cyanure et l'eau.

grès ; une coupelle de plomb percée de nombreux trous contient la dose de cyanure, généralement 5 grammes par mètre cube ; cette coupelle est placée dans la cuvette sur une rondelle de plomb qui la maintient juste au-dessus du niveau de l'eau. Ainsi préparée la cuvette est mise en place, la porte, la bouche d'aération et la soupape d'échappement étant soigneusement fermées. L'acide est versé de l'extérieur dans la cuvette à cyanure au moyen d'un tube de plomb (fig. 11) et c'est alors seulement que la réaction s'établit.

Chaque chambre est munie d'un tube à acide allant de l'extérieur à l'intérieur. Ce tube est placé de préférence dans un angle, du côté de l'ouverture de la porte afin de rendre la manipulation plus facile et de perdre le moins de place possible. Son diamètre est de 8 à 10 millimètres, il est protégé dans l'épaisseur de la murette par un tube de plus fort diamètre, un tube de conduite

d'eau ordinaire par exemple, cette disposition ayant pour but de parer à tous accidents possibles, qui pourraient causer des irrégularités ou de la lenteur dans les effervescences et exposer par suite à des intoxications lors de l'ouverture des chambres, même après ventilation. Le tube à acide est fermé à l'extérieur par une cheville de bois.

La formule employée est 1-1-3 (1 cyanure de potassium, 1 acide sulfurique, 3 eau).

La durée de l'opération est de une heure pour les végétaux, trente à quarante minutes pour les Bananes, la Fourmi d'Argentine (tout au moins l'ouvrière adulte) étant très sensible aux vapeurs cyanhydriques. Une longue pratique a fait remarquer à M. ROBINET qu'il est préférable de verser l'acide par petite quantité, à plusieurs reprises, par tiers par exemple ; en opérant ainsi, la mortalité des Cochenilles fixées serait toujours plus grande. Actuellement, dans la pratique, la quantité d'acide est versée en trois fois et on ajoute, pour plus de sécurité, un excédent, un quart d'heure avant la fin de l'opération.

Ventilation. — Lors de l'installation des nouveaux ateliers de désinfection, fin 1922, le système de ventilation des chambres a été sensiblement amélioré, et on peut estimer qu'actuellement cette question est assez bien au point.

1° Chaque porte est munie d'une bouche d'aspiration (fig. 12, II). Cet

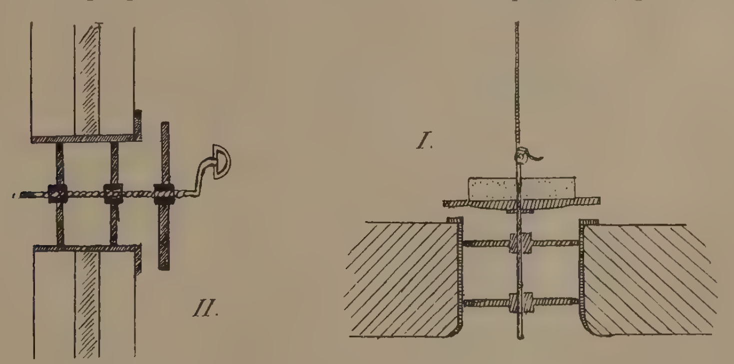


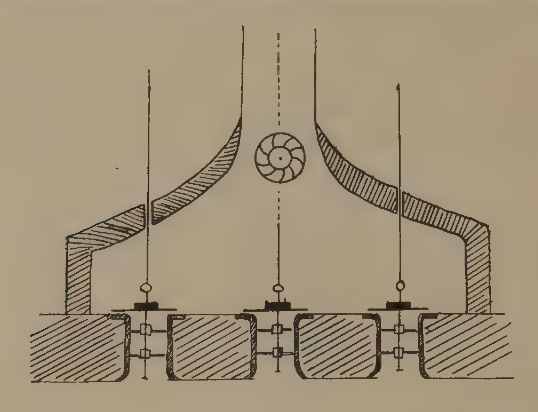
Fig. 12. — Ouverture d'aération (I) et bouche d'appel d'air (II) d'une chambre de désinfection à Alger

appareil placé à 0m,50 de la base de la porte, est constitué par un tube de forte tôle soudé à l'autogène, long de l'épaisseur de la porte (0,13) et de 0m,20 de diamètre, le bord extérieur est rabattu et vissé sur la porte, il est recouvert d'une rondelle de drap très épais. Une vis sans fin, plus longue que ce tube, le traverse suivant son axe ; elle est maintenue par deux supports à noyaux et terminée à l'extérieur par une manivelle. Une plaque circulaire mobile, en tôle de 7 millimètres d'épaisseur et de 0m,30 de diamètre, sert à l'obturation du tube pendant l'opération, un épaulement à l'avant et à l'arrière de cette plaque

permet d'effectuer une certaine pression pour la fermeture et d'autre part d'en faciliter l'ouverture.

2° Chaque chambre est munie, dans son plafond, d'une soupape d'échappement (fig. 12, I) : même construction que pour la bouche d'aspiration ; mais, dans ce cas, l'appareil, au lieu d'être placé horizontalement, est placé verticalement. La vis sans fin est remplacée par une tige lisse terminée à sa partie supérieure par un anneau. Cette tige glisse dans deux guides placées à l'intérieur du tube. Afin d'obtenir une fermeture parfaite, la plaque circulaire est chargée d'une masse de fonte. Un jeu de cordes et de poulies permet l'ouverture et la fermeture de ces appareils par tirage d'en bas.

3° Les soupapes d'échappement des chambres de désinfection sont réunies dans une hotte en maçonnerie placée à la partie supérieure des chambres. Cette hotte (fig. 13) surmontée d'une cheminée en tôle galvanisée est parfaitement



[Fig. 13. — Cheminée d'aération des chambres de désinfection à Alger.

close ; seules les cordes de tirage la traversent au moyen d'un trou exactement de leur diamètre percé dans une trappe en bois vissée sur un châssis et scellée en face de chaque soupape.

Cette hotte contient également un ventilateur électrique placé à l'amorce de la cheminée destinée à l'évacuation des gaz.

Ce ventilateur d'un modèle commercial courant, marche sous un régime de 110 volts 15 ampères, il a un diamètre de $0^{m},40$ aux ailettes, celui de la dynamo est de $0^{m},17$.

Les chambres peuvent être ventilées en bloc ou isolément. Cette opération s'effectue de la façon suivante :

Tirer la soupape d'échappement au moyen de la corde *ad hoc*, fixer cette corde, mettre le ventilateur électrique en marche : au bout de cinq minutes, lorsque la plus grande partie du gaz est évacuée, ouvrir graduellement la soupape d'aspiration. On se rend compte que les appareils fonctionnent régulière-

ment, en plaçant la main dans l'ouverture de la soupape, ou en présentant quelques bouts de papier qui sont happés par l'aspiration. Au bout d'un quart d'heure, on peut ouvrir les portes et continuer la ventilation qui devra être maintenue pendant l'enlèvement de la terrine contenant la solution de cyanure et pendant la sortie des colis. En somme, la durée de la ventilation est de vingt minutes, mais, par mesure de prudence, il y a lieu de la continuer pendant le travail, à l'intérieur des chambres [ROBINET].

En opérant dans ces conditions et à la dose de cyanure de potassium sus-indiquée, on n'a jamais eu à relever d'accidents sur les plantes désinfectées à condition :

1° D'opérer sur des plantes parfaitement sèches.

2° De ne pas exposer les plantes à une lumière trop vive à leur sortie de la chambre de désinfection.

Les agents préposés au Service ne croient pas fondées les doléances des horticulteurs des départements du littoral méditerranéen de la Métropole. Les accidents qu'ils signalent seraient plutôt dus aux coups de mer, à un long séjour des colis sur les quais, soit à l'embarquement, soit au débarquement. A plusieurs reprises des réclamations concernant des végétaux qui n'avaient pas été soumis à la désinfection auraient même été adressées.

Bien que les chambres de désinfection du Service d'Alger soient souvent désignées sous le nom d'étuves, le chauffage n'est prévu que pour le sulfure de carbone et des vapeurs toxiques diverses.

Ces produits sont rarement employés et seulement appliqués à la désinfection des graines.

SERVICE DE DÉSINFECTION DE WASHINGTON

Il existe au Département de l'Agriculture des Etats-Unis un office spécial chargé de l'introduction des semences et des plantes d'origine étrangère, office qui fait lui-même partie du « Bureau of Plant Industry ». Pour répondre aux besoins de cet organisme une remarquable organisation a été définitivement mise au point à Washington en 1916. Elle est utilisée d'ailleurs non seulement par cet office, mais encore par les différents Services du Département qui, pour leurs recherches ou leurs travaux, font venir de l'extérieur une quantité de plantes et de produits agricoles ou horticoles divers.

L'installation comporte une maison spéciale pour l'inspection, une serre ($22^m \times 6^m$) divisée en 14 compartiments séparément utilisables et aménagés pour les quarantaines et la désinfection, un fumigatorium pour la désinfection par l'acide cyanhydrique dans le vide.

La maison se compose de deux pièces, le bureau de l'inspecteur et la salle d'inspection. Le terrain sur lequel la maison a été construite est entouré lui-même d'un grillage élevé. Le bureau de l'inspecteur ($3^m,65 \times 5^m,80$) est pourvu

de trois fenêtres de 2 grands vitrages orientés vers le haut et de trois portes dont l'une ouvre sur la salle d'inspection.

La salle d'inspection ($5^m,80 \times 9^m,10$) est pourvue de quatre fenêtres, quatre grands vitrages (skylights) ayant la largeur de la salle, huit ventilateurs

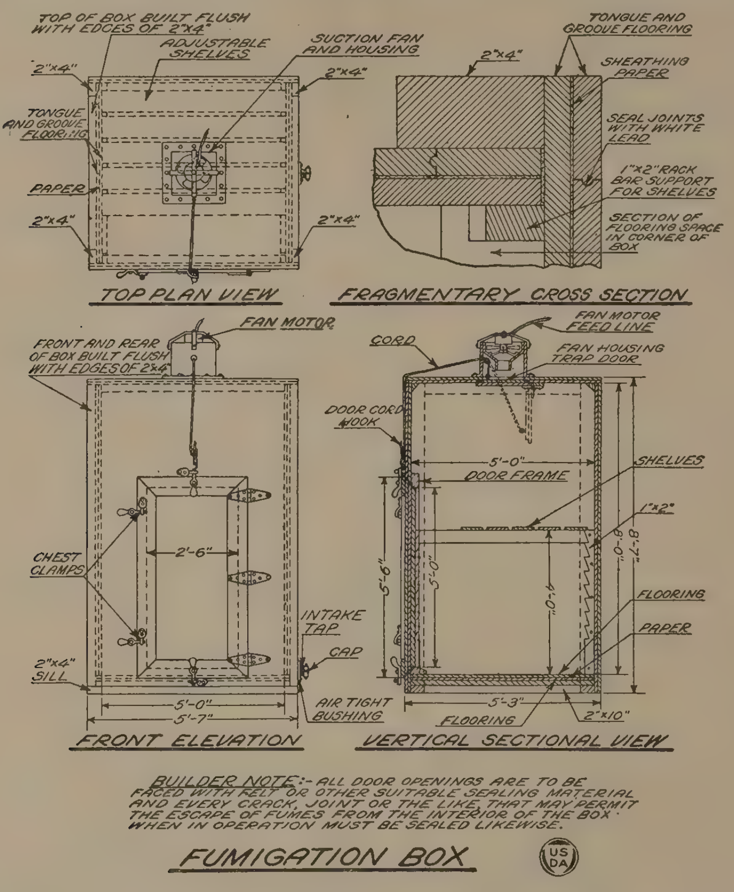


Fig. 14. — Plan d'une cabine de fumigation d'environ 5 mètres cubes et demi, d'après WEIGEL et SASSCER.

et quatre portes, toutes les ouvertures étant garnies de châssis de toile métallique (cuivre, 40 mailles au pouce).

Le parterre et les murs, sur environ un mètre de leur hauteur, sont faits en béton ; dans le reste de leur étendue, les parois sont couvertes de fer galvanisé. Le nettoyage est ainsi rendu très facile.

L'ameublement de la chambre d'inspection consiste en cinq tables émaillées montées sur roulettes et qui portent le matériel pour l'inspection, quatre tabourets blancs émaillés, trois réfrigérateurs servant à conserver le matériel péris-

sable, un petit autoclave, une étuve, un lavabo, une balance, de larges cuvettes blanches émaillées pour stériliser dans un bain de bichlorure de mercure de petites quantités de graines, boutures, etc., une cuvette blanche émaillée contenant une faible solution de bichlorure de mercure pour le lavage des mains après maniement de matériel suspect. Le personnel au travail porte toujours de longues blouses blanches, et celles qui ont été salies sont placées dans des récipients en fer galvanisé bien clos jusqu'à ce qu'elles soient soumises à la désinfection et lavées. La salle d'inspection est nettoyée tous les jours et est, en outre, suivant les besoins, désinfectée par une fumigation ou par un lavage à la formaldéhyde.

Fumigatorium pour la désinfection des plantes et des produits horticoles par l'acide cyanhydrique dans le vide (Pl. III, fig. 1). — Il consiste en une salle susceptible d'être bien ventilée et qui contient le matériel à désinfection. Le dispositif employé comporte une grande chambre cylindrique en fer construite comme un autoclave pour la fumigation (A), un générateur pour la production du gaz (B) et une pompe à air (C). A l'appareil se trouve en outre annexée une pompe à air supplémentaire (D) qui n'est pas indispensable pour la fumigation.

La chambre cylindrique est couchée horizontalement, l'une des extrémités de la chambre est fermée d'une façon permanente, tandis que l'autre, faisant fonction de porte, peut être ouverte ou hermétiquement fermée au moyen d'une lourde plaque circulaire maintenue à l'aide de six écrous ; quatre orifices se trouvent du côté supérieur du cylindre : celui qui est le plus près de la porte est pourvu d'un manomètre pour apprécier le degré de vide réalisé ; sur le second orifice (2) s'adapte un tube métallique d'épuisement qui aboutit à la pompe à air (C), l'air aspiré quittant la pompe au niveau de 2*a* ; le troisième orifice (3) permet de faire rentrer l'air dans la chambre lorsque l'opération est terminée ; enfin au quatrième orifice (4) s'adapte un tube qui est en relation avec le générateur ; cette dernière canalisation est pourvue d'un robinet et de trois parties élargies (4*a*, 4*b*, 4*c*) (la dernière n'étant pas visible sur la figure). Deux de ces élargissements contiennent du cyanure de sodium et le troisième du coton de verre ; la seule destination de la petite quantité de cyanure qui se trouve dans les élargissements 4*a* et 4*b*, ainsi que celle du coton de verre, est de retenir tout l'acide sulfurique libre qui pourrait être entraîné mécaniquement du générateur, lorsqu'on laisse le gaz pénétrer dans la chambre cylindrique à fumigation. Le générateur B est disposé de telle sorte qu'il peut être aussi bien utilisé comme chambre à fumigation auxiliaire que comme générateur. C'est à cet effet que se trouve annexée à l'installation une petite pompe à air accessoire (D) qui peut être utilisée pour faire le vide dans le générateur. Les tuyaux 8 et 10 amènent l'eau servant à la réfrigération des pompes à air ; le n° 7 correspond à un rhéostat.

Le matériel que l'on veut désinfecter est disposé dans la chambre A, la

porte est fermée à l'aide des écrous et l'air est aspiré jusqu'à ce que le manomètre indique environ 26 pouces, ce qui correspond à un vide équivalent à 5 pouces de mercure. On arrête alors l'opération et l'on fait arriver dans la chambre le gaz cyanhydrique produit dans le générateur. La génération du gaz est effectuée de la façon suivante : l'acide sulfurique est versé dans une terrine qui est placée dans le générateur et l'on ferme ensuite la porte de ce dernier, puis au moyen d'une tubulure on verse la solution de cyanure. On déconseille le mode opératoire qui consiste à mettre d'abord le cyanure dans la terrine à l'intérieur du générateur, puis après fermeture de ce dernier, à introduire le mélange d'acide sulfurique et d'eau par la tubulure. La première façon de procéder est en effet plus avantageuse, tant au point de vue du rendement en gaz que de la sécurité.

Pour procéder à la désinfection, on fait dégager le gaz, après production d'un vide partiel, et ensuite, suivant les cas, on maintient ce vide pendant un temps déterminé ou bien on laisse la pression atmosphérique se rétablir une fois que le dégagement de gaz est terminé.

Le Service dispose en outre de cabines de désinfection fort bien aménagées et construites sur un modèle voisin de celui de la figure 14.

SERVICE D'INSPECTION DES VÉGÉTAUX AUX ILES HAWAI

La « Division of Plant Inspection » des îles Hawaï est rattachée au « Board of Agriculture and Forestry » de ce territoire et est actuellement dirigée par l'entomologiste bien connu E-M. Ehrhorn. Le principal travail de la Division consiste d'une part à élaborer les règlements et à assurer l'application de toutes les mesures concernant la protection des cultures indigènes, d'autre part à veiller à l'exécution de toutes les décisions du « Federal Horticultural Board » des Etats-Unis dont les fonctionnaires du Service hawaïen sont les représentants. Ce travail comporte l'inspection de tous fruits, produits végétaux, plants et semences pénétrant sur le territoire et importés des pays étrangers ou de la Métropole (Etats-Unis), ainsi que l'inspection de tous les produits agricoles et horticoles donnant lieu au trafic inter-insulaire de l'archipel.

Parmi les autres attributions du même Service, il convient de mentionner la récolte, le classement, la préparation, l'identification de tous les ennemis des cultures observés au cours des inspections.

Actuellement (1er janvier 1923), la Division of Plant Inspection comprend : 1° à Honolulu : la Station centrale avec l'Inspecteur entomologiste chef du Service, un assistant entomologiste et inspecteur, un assistant pathologiste et inspecteur, deux inspecteurs adjoints, deux commis ; 2° à Hilo (Hawaï) une Station avec un inspecteur; 3° à Kahului (Maoui) une troisième Station avec également un inspecteur.

Les trois Stations utilisent comme procédés de désinfection, soit l'acide cyanhydrique, soit le sulfure de carbone. La Station centrale, en dehors des

salles de travail et d'inspection, comprend trois pièces bétonnées dont l'une est utilisée principalement pour les quarantaines. Les deux autres d'une capacité de 3 800 pieds cubes (près de 110$^{m^3}$) et 2 500 pieds cubes (70$^{m^3}$ environ) sont les chambres à fumigation ; l'ensemble de ces deux pièces constitue une construction complètement séparée des autres parties de l'établissement.

Les attributions du personnel sont extrêmement importantes ; car la réglementation en vigueur aux îles Hawaï est particulièrement sévère : très peu de végétaux ou portions de végétaux peuvent entrer sur le territoire hawaïen et seulement après désinfection qui est surtout minutieuse pour les semences, souvent parasitées à leur arrivée.

Les Services de la navigation fournissent à la « Division of Plant Inspection » la liste complète de tous les chargements des bateaux, quel que soit leur tonnage, qui accostent dans l'archipel : tous les produits agricoles sont soumis à l'inspection, après laquelle les uns sont désinfectés, les autres refoulés ou détruits. Les bagages des passagers sont examinés, en collaboration avec la douane, et le matériel de contrebande est confisqué et détruit : toutes les pièces suspectes provenant des bagages des émigrants du Japon, de la Chine et des Philippines sont brûlées.

L'incinérateur (Pl. VII), annexé à la Station centrale de Honolulu, est un four à huile lourde à grille tournante avec lequel on peut atteindre une température de plus de 1 000° C. ; il permet d'anéantir, en quinze à vingt minutes, des stocks de fruits, tels que des oranges mûres.

Pour fixer les idées sur l'importance du Service d'inspection et de désinfection des îles Hawaï, il est intéressant de résumer le rapport de l'Inspecteur chef de Service pour l'ensemble des deux années 1921 et 1922 :

Au cours de cette période de vingt-quatre mois, 1 453 bateaux venant de pays étrangers ont abordé Honolulu, Hilo ou Kahoului ; 774 transportaient des produits végétaux devant être inspectés et comprenant 880 382 ballots. Sur ce nombre, 871 816 étaient constitués par des fruits ou végétaux destinés à la consommation locale ; 2 056 colis contenant des plantes ou produits horticoles furent transportés dans la salle des quarantaines pour examen. Il y a lieu d'ajouter que, par voie postale, 5 510 paquets de semences diverses sont arrivés à Hawaï et ont été inspectés à l'Hôtel des Postes de Honolulu, où, depuis mai 1922, des locaux spéciaux ont été mis à la disposition du personnel de la Division of Plant Inspection.

Sur l'ensemble des colis examinés, 1 818 furent détruits par incinération, comme infestés par de dangereux ennemis ou maladies dont l'entrée est rigoureusement interdite. Un total de 314 fut désinfecté comme contenant des ennemis cosmopolites ou donnant des signes d'une infestation possible. Enfin, 1 157 colis furent refoulés comme fortement infestés par ennemis divers.

Le trafic entre les divers ports de l'Archipel a fourni 56 935 colis de plantes, fruits et produits végétaux divers à inspecter et 648 furent saisis ou

arrêtés, soit qu'ils fussent infectés, soit qu'ils fussent dans des conditions non conformes aux réglements du Board of Agriculture.

LA STATION DE FUMIGATION DES PLANTES ET DES GRAINES DE COLOMBO (Ceylan)

En vertu d'une ordonnance du « Legislative Council », le Gouvernement de l'île est investi du pouvoir de prescrire toutes mesures propres à prévenir l'introduction dans Ceylan de maladies parasitaires dangereuses pour les cultures.

En conséquence, il est défendu d'importer dans l'île les semences et plantes ci-après spécifiées par d'autres ports ou endroits que celui de Colombo.

Les espèces végétales, devant être soumises à la fumigation, sont :

1° Les graines de Théier venant de l'Inde ;

2° Les espèces suivantes de n'importe quelle provenance : graines de Cotonnier, toutes espèces de bulbes, racines et plantes vivantes, à l'exception des légumes destinés à la consommation.

3° Les oranges et, en général, tous les fruits du genre *Citrus*.

Lors de l'arrivée des marchandises au port, le destinataire est tenu de déclarer la nature du contenu des colis. Ceux qui tombent sous l'application des règlements en question sont envoyés immédiatement à la Station de fumigation.

Installation et matériel. — La Station, qui est de construction très simple est située près des bureaux de la douane. Elle consiste en un petit bâtiment comprenant trois salles : la première servant de bureau ; la deuxième, « la grande chambre de fumigation », communiquant avec l'extérieur par une porte que l'on peut fermer hermétiquement, et la troisième, « la petite chambre de fumigation », d'un volume moitié moindre que la précédente.

Ces chambres renferment des bâtis en bois, dans lesquels glissent des tiroirs destinés à recevoir les objets à désinfecter. Des casiers supplémentaires peuvent être empilés dans l'espace laissé libre entre les bâtis.

Fonctionnant ensemble, les deux chambres permettent de traiter, en une fois, 8 200 livres de graines de Théier.

Un baril, d'une contenance de 150 litres environ, fermant hermétiquement est utilisé pour les petites quantités de graines.

Le fond des cases et des tiroirs est formé par un ensemble de lattes distantes de 2 à 3 centimètres, permettant la libre circulation des vapeurs ; certains tiroirs sont également munis d'un fond en tamis de laiton, en vue du traitement des semences fines.

Méthodes de fumigation. — Les graines de Théier sont traitées au formol, les autres semences et plantes subissent la fumigation à l'acide cyanhydrique.

Les instructions affichées dans la salle des manipulations sont les suivantes:

a. *Instructions pour la fumigation des fruits.* — Si les fruits ne sont pas emballés, placer directement dans les chambres les caisses, après enlèvement des couvercles. Dans le cas contraire, placer les fruits dans des corbeilles sur les claies. Le papier mince qui entoure les fruits ne doit pas être enlevé. Les caisses, les papiers et tous les emballages doivent être étalés sur le sol de la chambre.

On utilisera la petite, la grande, ou à la fois les deux chambres de fumigation, suivant la quantité de fruits à traiter.

Dès que les fruits auront été disposés sur les claies, mettre en place les générateurs avec l'acide sulfurique et l'eau et au dernier moment, avant de fermer la porte, ajouter le cyanure. Veiller à la bonne fermeture des fenêtres et des ventilateurs.

Après une heure et demie de traitement, ouvrir par l'extérieur les ventilateurs. Un quart d'heure après, la porte peut être ouverte ; mais il faut attendre encore un nouveau quart d'heure avant d'enlever de la chambre les produits traités.

b. *Instructions pour la fumigation des plantes.* — La méthode est la même que pour les fruits ; mais si les plantes sont de grandes dimensions, on les mettra directement sur les claies. Les plantes en pots seront rangées sur le sol ou sur des claies ; celles qui sont en caisses seront découvertes et placées sur le sol. Les plantes vivantes ne devront pas être arrosées immédiatement avant la fumigation, le feuillage humide étant attaqué par le gaz. Lorsque les plantes sortiront de la chambre de fumigation, elles devront être abritées du soleil pendant quelques heures.

c. *Instructions pour la fumigation des graines de Théier.* — 1° Déballer les graines, les placer dans les tiroirs, avec le moins d'emballage possible ; la partie enlevée de cet emballage est mise dans d'autres tiroirs ;

2° Pour la grande chambre (30^{m3} environ), il faut :

7 onces et demie (200 gr. environ) de permanganate de potasse, et trois quarts de pinte (350^{cm3} environ) de formaline ;

Pour la petite chambre (15^{m3} environ), il faut :

2 onces et demie (70 gr.) de permanganate de potasse et un quart de pinte (118^{cm3}) de formaline ;

3° Mettre le permanganate dans un récipient, verser la formaline et fermer la porte ;

4° Laisser les chambres fermées pendant trois quarts d'heure, puis les ouvrir pour que le gaz s'échappe. Ce gaz n'est pas toxique, mais irrite la gorge si on le respire trop longtemps ;

5° Avant d'être réamballées, les semences doivent être exposées à l'air jusqu'à ce qu'elles ne dégagent plus d'odeur.

Personnel. — Un seul agent, appartenant à l'administration des douanes, se trouve en permanence à la Station de fumigation. Immédiatement après l'arrivée des marchandises et en présence de leur propriétaire ou de son représentant, qui est autorisé à y assister, cet agent exécute les opérations de fumigation. Il prépare lui-même le mélange des produits chimiques, en suivant exactement les instructions qu'il a reçues et qui sont affichées dans le bureau, il surveille l'opération et répond de son exécution normale. Des coolies peuvent être requis pour aider l'opérateur au transport et à l'arrangement sur les claies du matériel à traiter.

Le nombre et la nature des objets soumis à la fumigation sont consignés sur un livre à souches, dont une feuille est remise au propriétaire de la marchandise ; l'autre est destinée au Service des douanes.

Il n'est prélevé aucune taxe, ni redevance, du chef des fumigations.

Grâce à l'extrême simplicité de son organisation, la Station de fumigation de Colombo fonctionne régulièrement et constitue une garantie efficace pour les planteurs. Ceux-ci ont appris, d'ailleurs, par une expérience désastreuse fournie par le fameux *Hemileia vastatrix* du Caféier, qu'il est infiniment plus facile de prévenir que de guérir.

SERVICE DE DÉSINFECTION DES PLANTES ET PRODUITS AGRICOLES DANS L'AFRIQUE DU SUD

(Renseignements obligeamment transmis par M. LOUNSBURY, 1924)

Une réglementation très rigoureuse limite l'importation des plantes, celle d'un grand nombre d'espèces étant complètement prohibée, d'autres n'étant admises qu'en quantités restreintes et avec permis spéciaux d'importation (1). Toutes les plantes ligneuses dont l'importation n'est pas prohibée ne sont admises qu'à la condition d'avoir été, à l'arrivée, soumises à une fumigation cyanhydrique d'une heure conformément aux indications qui seront trouvées plus loin. Les plantes herbacées ne sont habituellement soumises à la fumigation que si l'inspection révèle la nécessité de l'opération. La fumigation est faite au port d'arrivée (5 ports ont été désignés pour l'importation). Toutefois beaucoup de pépiniéristes sont autorisés à faire soumettre chez eux les plantes à la fumigation sous le contrôle des inspecteurs. Chaque établissement horticole pour le commerce des arbres fruitiers doit avoir un fumigatorium.

Les fumigatoriums qui se trouvent dans les ports sont du type courant. Ce sont des chambres qui, pour la plupart, sont installées sur le territoire des docks et sous des hangars aérés et à toits élevés. Les petites plantes sont

(1) Voir à cet égard la notice du département de l'Agriculture de l'Afrique du Sud intitulée : Importation of Plants. Compilation of the rules and regulations governing the introduction of plants, fruit seeds, etc. into the Union of South Africa, Pretoria, 1914.

traitées dans des chambres d'environ 100 pieds-cubes de capacité. Les plus grandes chambres ne dépassent pas 1 600 pieds cubes.

Les fumigatoriums des pépinières doivent répondre aux conditions suivantes :

a. Etre construits en briques, en béton, en tous autres matériaux solides et durables ;

b. Ne pas mesurer plus de 5 pieds (1^m,50 environ) de long, de large et de haut ;

c. Présenter un sol dur et sec, de préférence bétonné ;

d. Etre pourvus d'une porte hermétique et non sujette à gauchir, cette porte ne devant pas mesurer moins de 5 pieds de haut et 2 pieds de large (1^m,50 × 0^m,60) ;

e. Etre susceptibles d'être facilement soumis à une énergique et rapide ventilation, se commandant de l'extérieur.

Le choix des matériaux est laissé à l'arboriculteur ; mais les briques et le béton sont recommandés. Si le fer et le bois sont utilisés pour les cloisons ou le toit, il faut en placer deux épaisseurs séparées par une couche de papier fort, de terre, ou de toute autre substance qui puisse s'opposer au passage des gaz. Si cette précaution n'a pas été prise, l'inspecteur doit en être informé afin qu'il puisse contrôler l'étanchéité du fumigatorium.

L'inspecteur peut imposer la construction d'une fenêtre, d'une seconde porte ou de toute autre ouverture nécessaire pour assurer une bonne ventilation.

La construction de la porte étant d'une construction particulièrement délicate doit être confiée à un menuisier expérimenté. L'embrasure doit mesurer au moins 6 pieds de haut et 2 pieds 8 pouces de large (1^m,80 × 0^m,80 environ). Les bords de la porte et de la croisée doivent être retaillés à la manière des portes des réfrigérateurs et garnis d'un épais feutrage. La porte doit s'ouvrir en dehors et ne pas se trouver du côté le plus généralement éventé. Elle peut avec avantage être protégée contre les intempéries par un abri ou un tambour. Le système de loquetage adopté doit permettre de fermer aisément, tout en facilitant une pression suffisante sur le feutrage. Les loquets généralement adoptés pour les glacières sont à cet égard recommandés ; la porte doit en outre pouvoir être cadenassée. Enfin, elle doit porter une inscription indiquant la destination du local et le danger qu'il peut y avoir à y pénétrer.

Le fumigatorium doit être placé à l'ombre pour qu'une brusque élévation de température ne risque pas d'endommager les plantes durant la fumigation. Il est soumis à une étroite surveillance au point de vue de sa parfaite étanchéité et il est recommandé d'enfumer de temps à autre l'intérieur pour voir s'il n'y a aucune fuite.

Instructions pour la fumigation. — 1° Produits devant être soumis à la désinfection : La fumigation avant l'expédition est exigée pour les arbres

à feuilles caduques, les Citronniers, les Orangers, agrumes divers et les Vignes provenant de certaines régions. La fumigation peut être occasionnellement exigée pour d'autres plantes et les pépiniéristes peuvent de leur propre initiative soumettre à la fumigation toutes les plantes susceptibles de résister au traitement ; c'est d'ailleurs ce que font les meilleurs pépiniéristes de l'Union.

2° Disposition des arbres dans le fumigatorium :

Les arbres doivent être disposés de telle façon que le gaz puisse pénétrer aisément dans toutes les parties aériennes. Les racines des arbres à feuilles caduques et des Vignes doivent être débarrassées de terre et exposées directement au gaz ; si une première opération n'a pas été bien exécutée, une seconde peut être imposée.

3° Dispositifs pour la désinfection :

Les récipients pour l'évaporation des liquides insecticides doivent avoir un fond arrondi comparable à celui d'un bol, leurs dimensions étant proportionnées à la quantité de liquide à employer (par exemple 20 onces fluides, pour 1 once de cyanure, soit 600 $^{cm^3}$ pour 30 grammes). Comme dans la majorité des cas des petites doses sont employées, un récipient à fond plat ne conviendrait pas, parce que le cyanure se trouverait alors mal recouvert par le liquide.

Les pépiniéristes doivent disposer de balances pour peser le cyanure et de vases gradués pour mesurer l'acide et l'eau. Les pèse-lettres du commerce sont recommandés comme d'un usage pratique pour évaluer de petites doses de cyanure.

4° Doses à employer :

Pour les arbres et les plantes à feuilles caduque, y compris les Vignes prises pendant le repos de la végétation, on doit employer, au minimum, 1 once de cyanure de potassium à 97 p. 100 (ou un poids correspondant de cyanure de sodium) par volume de 150 pieds cubes compris dans la chambre (soit 30 gr. de cyanure pour 4^{m^3}). Pour les plantes feuillues, la même quantité minimum correspond à une capacité de 300 pieds cubes (8^{m^3}).

Pour le cyanure de potassium la formule actuellement employée, compte tenu des impuretés probables, est la suivante :

1 once de cyanure de potassium à 98 p. 100 de pureté (soit, en chiffre rond, 30 gr.).
1 once fluide 1/2, d'acide sulfurique du commerce (soit 45 gr.).
3 onces fluides d'eau pure (soit 90 $^{cm^3}$).

pour chaque volume de 250 pieds cubes, si les plantes sont feuillues ou pour chaque volume de 125 pieds cubes pendant le repos de la végétation.

Avec le cyanure de sodium la formule employée est la suivante :

1 once de cyanure de sodium (soit 30 gr.).
1 once fluide 1/4 d'acide sulfurique du commerce (soit 38 $^{cm^3}$).
2 onces fluides d'eau pure (soit 60 $^{cm^3}$).

par 350 pieds cubes (10^{m3}) lorsqu'il s'agit de plantes feuillées et 200 pieds cubes (5^{m3},500) pendant le repos de la végétation.

Le Service adresse à chaque pépiniériste une notice donnant les doses nécessaires pour les dimensions de son fumigatorium et pour la marque commerciale de cyanure employée ; elle doit être présentée à chaque visite de l'inspecteur.

5º Technique opératoire :

Après rappel des dangers inhérents à la toxicité des produits employés, il est fortement recommandé à toute personne insuffisamment expérimentée de demander une visite de démonstration à l'inspecteur. Le pépiniériste doit, en tout cas, lire attentivement les instructions qui lui sont remises et les suivre à la lettre. Elles comportent les prescriptions suivantes :

a. Peser la dose de cyanure déterminée conformément aux indications de la notice et la mettre en réserve.

b. Placer le récipient servant de générateur sur le plancher au centre de la chambre ;

c. Mesurer la quantité voulue d'eau et la verser dans le récipient générateur ;

d. Mesurer la quantité voulue d'acide et la verser lentement dans l'eau en évitant les éclaboussures ;

e. Laisser tomber doucement le cyanure dans le mélange d'eau et d'acide ; sortir rapidement, puis fermer la porte au loquet et au cadenas. Ne pas respirer dans la pièce à partir du moment où on a laissé tomber le cyanure dans le récipient. On peut aussi, si l'on préfère ce mode opératoire, se servir pour le dépôt du cyanure d'une ficelle passant sur une poulie placée au plafond de la pièce ; on veillera alors à ce que le cyanure tombe juste dans le récipient au moment où l'on lâche la ficelle. La poudre de cyanure ne peut être employée, la réaction étant trop vive et provoquant des projections. Pour les chambres de taille moyenne, de menus morceaux ayant environ la grosseur d'une noisette sont recommandés. Les arbres doivent être exposés à la fumigation pendant quarante-cinq minutes ou même une heure, si on l'exige. Après ce temps, la porte et les fenêtres sont ouvertes rapidement *de l'extérieur*, mais en prenant le plus grand soin pour que personne ne pénètre dans la pièce avant que le gaz soit complètement évacué.

Quand le gaz est évacué, retirer le générateur et examiner le résidu ; si l'on constate que des fragments de cyanure subsistent, il importera de recommencer la fumigation et, pour éviter un nouvel échec, il suffira généralement d'augmenter un peu la proportion d'acide ou bien encore, si les morceaux de cyanure étaient trop gros la première fois, d'employer des fragments de moindre volume. Il convient aussi de ne pas laisser le liquide se refroidir avant l'addition de cyanure. Si la réaction a été bonne, enterrer le résidu et laver les récipients. Le générateur ne doit pas avoir d'autres destinations que celle des fumigations

6° Achat et conservation des produits. — Les produits doivent répondre à des conditions de pureté strictement déterminées par le service.

Les fumigations avec du cyanure ou de l'acide de mauvaise qualité constituent une infraction au règlement. Les divers produits chimiques employés se détériorent rapidement à l'air, le cyanure s'altère et l'acide devient plus faible par suite de l'absorption de l'eau : aussi doivent-ils être conservés dans des récipients hermétiques, portant la mention *Poison*, sous clé, dans un endroit facile à surveiller. Le cyanure doit être dur et brillant et non tendre et d'aspect crayeux. Il doit se dissoudre en entier lors des réactions.

Etant donnée l'extrême facilité avec laquelle le cyanure se détériore, il est préférable de ne se pourvoir que de la quantité pouvant être utilisée dans les six mois qui suivront l'achat. Des bocaux employés pour la conservation des fruits conviennent parfaitement pour celle du cyanure, à la condition de s'assurer que le cercle de caoutchouc destiné à parfaire l'obturation est en bon état. Le modèle à couvercle maintenu par un ressort en acier est particulièrement recommandé. L'acide sulfurique doit être au plus haut degré de concentration se rencontrant dans le commerce (66° Beaumé ou à peu près 93 p. 100).

Il est rappelé que, malgré la bonne qualité des produits et l'exactitude de dosages, un bon résultat ne peut être obtenu que si le travail a été exécuté avec soin dans ses moindres détails. Les insuccès peuvent provenir de ce que les chambres à désinfection sont insuffisamment étanches ou de ce que les arbres ont été trop serrés lors de l'application. Chaque pépiniériste jaloux de sa réputation et de ses intérêts doit se mettre en garde contre ces aléas.

Graines. — L'importation des noyaux de pêches est totalement interdite ; les graines de Maïs et d'Orge ne peuvent être introduites qu'en quantité très limitée (10 livres d'une variété par importateur, en une année). La petite quantité qui est ainsi introduite est désinfectée par un bain de quinze minutes dans une solution de bichlorure de mercure à un millième ; les graines sont ensuite séchées à l'air en les étendant sur le sol. Les graines de Luzerne ne sont admises qu'en quantités extrêmement réduites, les permis d'importation n'étant délivrés que dans des circonstances exceptionnelles ; aucun traitement n'est alors exigé. Les graines de Coton ne peuvent également être introduites qu'en très petite quantité et dans des cas très rares. Elles sont minutieusement inspectées au point de vue du Pink Boll Worm (Ver rose) et soumises à une fumigation de sulfure de carbone pendant vingt-quatre heures dans un récipient hermétiquement clos.

Perfectionnements à réaliser. — Le Directeur du Service Entomologique, M. Lounsbury, envisage actuellement une amélioration du matériel et l'installation de grands fumigatoriums autoclaves (capacité d'environ 8 à 9 mètres

cubes) analogues à ceux qui sont employés en Amérique et qui sont construits par l'Union Tank Company de Los Angeles (Californie). Ces grands réservoirs cylindriques dans lesquels on fait un vide partiel sont, ainsi que nous l'avons vu, bien adaptés pour les fumigations par l'acide cyanhydrique ou le sulfure de carbone.

Organisation. — La Division d'Entomologie est chargée de l'application de toutes les mesures de police sanitaire concernant les pépinières et l'importation des plantes. Les Divisions de Botanique et d'Horticulture sont aussi consultées et participent à l'élaboration des règlements. C'est aussi la Division d'Entomologie qui est chargée de la délivrance de tous les permis d'introduction et du Service des inspections. Il appartient au Service des Douanes d'assurer la garde de toutes les marchandises devant être soumises au contrôle, jusqu'à ce que l'inspecteur des plantes (plant-inspector) ait fait le nécessaire. Les permis d'introduction émanent du Bureau central d'Entomologie à Pretoria ; pourtant ils peuvent être aussi, dans divers cas, délivrés dans les ports et une copie doit alors être immédiatement envoyée à Pretoria.

Un entomologiste est attitré à chacun des quatre principaux ports et est responsable de l'inspection de toutes les plantes ou produits agricoles importés par ce port. Chacun d'eux est secondé par un assistant spécialement entraîné au travail courant. Des ouvriers sont employés s'il y a lieu. Dans l'intérieur, à Johannesbourg, il y a une organisation semblable, avec un inspecteur chargé de la surveillance des envois qu'on laisse parvenir directement aux établissements horticoles de Johannesbourg, à condition de les faire inspecter et fumiger sur place. Un autre inspecteur chargé de l'inspection des envois se trouve à Pretoria.

Toutes les importations faites par voie postale sont arrêtées soit dans un port, soit à une station de l'intérieur. Elles sont soumises à la même réglementation que les colis de chargements. Les passagers sont soumis au contrôle des douaniers qui passent à l'inspecteur des plantes toutes les plantes, fruits, parties de plantes, dont la nature exige le contrôle.

En outre, deux inspecteurs phytopathologistes éprouvés ayant leur quartier général à Pretoria, sont chargés du service d'inspection des pépinières dans tout le pays ; ils sont assistés par les plant-inspectors.

Les inspections des pépinières ont lieu régulièrement à diverses époques de l'année et, tant que les inspecteurs n'ont pas prononcé la mise en quarantaine d'une pépinière par suite de la présence d'ennemis dangereux pour les cultures, le pépiniériste peut disposer librement de ses plantes, en se conformant aux réglements établis pour leur transport.

TROISIÈME PARTIE. — DÉSINFECTION DES MOULINS

1° *DÉSINFECTION PAR L'ACIDE CYANHYDRIQUE*

Cette méthode de désinfection fut jusqu'à ces dernières années très en honneur aux Etats-Unis où toute sa technique fut étudiée en détails et mise au point par plusieurs entomologistes, en particulier par Chittenden, Dean et Back.

En Europe, elle fut appliquée, à notre connaissance, depuis 1918 seulement, d'abord en Allemagne où plusieurs moulins furent désinfectés selon les principes américains, puis en Italie où une Société pour la désinfection par l'acide cyanhydrique ayant son siège à Rome, organisa une entreprise de fumigation des immeubles, magasins et locaux divers.

En France, la désinfection par l'acide cyanhydrique ne saurait être prescrite, dans l'état actuel de la législation. Etant donnés les avantages de la désinfection par la chaleur, ainsi que nous l'indiquerons tout à l'heure, il est douteux d'ailleurs qu'il y ait lieu d'en envisager l'emploi pour la désinfection des moulins ou autres locaux.

Back a formulé très clairement la technique de cette méthode : La responsabilité complète de l'opération doit incomber à une seule personne, entomologiste ou chimiste, qui choisit ses collaborateurs.

Le moulin subit tout d'abord un nettoyage préliminaire dans le but de supprimer toute accumulation de farine ou de détritus qui seront balayés et brûlés. Il est rendu aussi hermétique que possible (bandes de papier sur les ouvertures) et comme le gaz a tendance à s'élever, chaque étage est isolé des autres et traité séparément. On prépare tout ce qui est nécessaire pour la ventilation afin de ne pas avoir à pénétrer dans les bâtiments après l'opération dans le but d'aérer. Le cubage de chaque étage est établi sans tenir compte du matériel ou de la machinerie qui s'y trouve.

L'acide sulfurique nécessaire pour l'opération est exempt d'impuretés. Les proportions recommandées sont :

Cyanure de sodium............	1 once (poids) [28^{gr}, 30].
Acide sulfurique............	1,5 onces liquides [43 cent. cubes].
Eau............	2 onces liquides [58 cent. cubes].

La réaction peut s'effectuer dans des récipients en terre vernissée ou générateurs d'une contenance de 4 gallons (15 litres) pour une charge maximum de 4 livres de cyanure; ces récipients sont disposés très régulièrement et assez éloignés de la machinerie, des sacs, des murs, etc., afin d'éviter les projections sur le matériel. L'acide et l'eau sont versés au préalable dans les générateurs qui reçoivent, au moment voulu, la quantité nécessaire de cyanure, soit directement de la main de l'opérateur, soit par le

système de la ficelle (string-system). A cet effet, le cyanure est renfermé dans un sac en papier résistant qui, suivant le cas, est posé soit à côté, soit au-dessus du récipient destiné à le recevoir (Pl. IX, fig. 2).

D'après les quantités de produits, estimées par Back en unités américaines, il faudrait compter environ 10 grammes de cyanure de sodium par mètre cube si l'établissement était rigoureusement hermétique ; mais, comme le gaz a tendance à s'élever malgré toutes les précautions prises, on calcule qu'il faut :

500 grammes de cyanure de sodium pour	30 mètres cubes au	rez-de-chaussée.
	36 — —	premier étage.
	40 — —	second étage.
	45 — —	troisième étage.
	50 — —	quatrième étage.

Un seul homme, pondéré et de sang-froid, est chargé, quand tout est prêt et qu'il n'y a plus personne dans le moulin, de la projection du cyanure dans la solution acidulée ; il doit évidemment partir de l'étage le plus élevé pour terminer au rez-de-chaussée, sans jamais retourner sur ses pas et en fermant derrière lui la porte du bâtiment dont il conserve la clé.

La fumigation qui doit être faite par temps calme et chaud (21° C) se poursuit pendant vingt-quatre à trente-six heures. Elle est suivie d'une ventilation d'au moins deux heures et ensuite, avant la reprise du travail normal, tout le matériel de désinfection est enlevé avec précaution par les spécialistes.

Une telle opération, bien conduite, est surtout efficace contre l'*Ephestia kuehniella* qui, aux Etats-Unis, comme en France, est le fléau le plus important des moulins. Mais il faut reconnaître que l'acide cyanhydrique n'a une action mortelle, dans les amas de farines et dans les sacs, que sur une profondeur ne dépassant pas 25 millimètres et que, même dans cette couche, il ne donne pas de résultats satisfaisants pour des Insectes autres que l'*Ephestia* tels que les *Tribolium*, les *Gnathocerus*, les *Tenebroides* (Cadelle).

La meilleure époque pour le traitement est de juillet à août, en ayant soin, pour obtenir le maximum de résultat, d'opérer dans le même établissement deux fois, à trois à quatre semaines d'intervalle.

2° *DÉSINFECTION DES MOULINS PAR LA CHALEUR*

Depuis quelques années, à la suite des recherches de Dean, Goodwin, Back, etc., beaucoup de moulins américains ont abandonné la désinfection par l'acide cyanhydrique qui, comme nous l'avons vu, ne donne de bons résultats que contre l'*Ephestia kuehniella* et qui ne peut être utilisée efficacement si l'établissement a trop d'ouvertures. La chaleur, tout au contraire, a été employée avec succès dans de tels moulins et contre tous les parasites qu'on y rencontre.

Dean est arrivé facilement à montrer que la méthode de désinfection par la chaleur est, tout à la fois, la plus efficace, la plus pratique, la moins coûteuse de toutes celles connues et qu'elle a en outre l'avantage d'être absolument sans danger. Il y a lieu d'ajouter que les experts en meunerie de tous les pays sont unanimes à reconnaître que le maintien en hiver d'une température de 10 à 16° est une condition fort avantageuse pour produire des farines excellentes, sous tous les rapports. Cette considération seule peut justifier l'installation d'un système de chauffage de l'établissement. Aussi de très nombreux moulins se sont équipés pour l'utilisation de la chaleur, sous la direction des entomologistes du Bureau fédéral des Etats-Unis, dans le Kansas, l'Ohio, la Nebraska, l'Illinois, l'Indiana, l'Iowa, la Virginie, et aussi dans le Canada méridional. Goodwin a contribué lui-même à l'installation du chauffage dans plus de trente moulins. La plus grosse dépense est évidemment l'installation première de la surface de radiation ; mais elle représente, malgré tout, une grosse économie sur les autres mesures efficaces de désinfection. Goodwin a estimé que, pour un moulin de taille moyenne (1), le coût des appareils nécessaires pour obtenir la température mortelle aux Insectes, est récupéré en cinq ans.

Nous ne reviendrons pas sur les avantages, déjà exposés, des radiateurs à vapeur d'eau. L'installation de ces appareils a fait l'objet d'études très minutieuses de la part de Dean et de Goodwin. Celui-ci expose dans ses travaux les quatre procédés utilisés aux Etats-Unis pour calculer la surface de radiation à établir dans un moulin de capacité déterminée, et il engage, pour un moulin donné, à contrôler les résultats obtenus à l'aide de l'une des méthodes par ceux des trois autres. En effet pour un cubage donné, cette surface de radiation est susceptible de varier avec le mode ou les matériaux de construction du moulin, avec le nombre de portes et de fenêtres sur chaque étage, le caractère de la machinerie, la situation des tuyaux vecteurs, etc...

En principe, d'après Back (selon Dean) :

1° Les tuyaux distribuant la vapeur doivent être placés près des planchers et disposés afin de donner une égale distribution de chaleur ;

2° Les étages inférieurs et les étages pourvus de la machinerie lourde doivent avoir plus de surface radiante pour un volume donné que les étages supérieurs et ceux qui n'ont que des machines légères ;

3° Le chauffage du moulin sera d'autant plus rapide que la pression sera plus élevée dans l'installation et comprise par exemple entre 2^{kg},800 et 4^{kg}, 200. Goodwin rappelle à ce sujet qu'avec une pression de 0^{kg}, 560 à 0^{kg},840 par centimètre carré, la température obtenue aux radiateurs ne dépasse pas 105° C., tandis qu'avec une pression de 2^{kg},800 à 4^{kg},200 on arrive facilement à des températures comprises entre 125° et 150° C.

4° Il y a avantage à commencer le chauffage, dès la fermeture du

(1) Moulin dont l'un d'eux est pris comme type dans les lignes suivantes.

moulin, par les parties de l'établissement où sont les grosses machines

5° Comme pour la désinfection par l'acide cyanhydrique, il y a intérêt à isoler chaque étage des voisins, en fermant, au niveau des planchers, les ouvertures des escaliers, des élévateurs, etc... ;

6° Des thermomètres doivent être distribués en divers points de chaque étage pour contrôler à tout instant les températures obtenues ;

7° Il faut d'ailleurs, dans chaque cas, déterminer une fois pour toutes le temps nécessaire pour obtenir l'élévation de température désirée (48° à 52° C. au minimum) dans toutes les parties du moulin. Il y a avantage à opérer, pour ce faire, en plein été, par temps calme et par une belle journée ensoleillée.

Afin de ne pas arrêter le fonctionnement du moulin, l'opération sera effectuée entre le samedi, immédiatement après la cessation du travail, et le lundi matin.

Données pour l'établissement du système de chauffage. — Pour calculer la surface de radiation nécessaire afin d'obtenir une bonne désinfection, certaines précisions sont utiles pour éviter les tâtonnements du début. Il y a lieu de rappeler que les appareils à basse pression utilisés en France sont généralement calculés pour obtenir dans les locaux chauffés 12° à 18° selon leur destination, quand la température extérieure est de — 5° à — 10°. Mais rien ne s'oppose en pratique à ce qu'ils soient calculés pour réaliser une température plus élevée dans les locaux chauffés, ou encore pour obtenir, comme dans le cas des moulins, une température occasionnelle élevée avec une installation faite pour donner, d'une façon courante, une température de régime plus bas. Pour réaliser ce dernier objectif, il suffit de pouvoir augmenter la pression dans l'installation, ce qui implique deux conditions :

1° Un générateur susceptible de fournir la vapeur à la pression plus élevée nécessaire ;

2° Un appareillage pouvant supporter cette pression.

Les surfaces de chauffe constituées « à l'américaine » par des rubans ou spires de tuyaux lisses répondent bien à ce désideratum.

Ces surfaces ont en outre le mérite de pouvoir être facilement nettoyées, avantage à considérer, étant donnée leur destination spéciale.

Ceci étant posé, nous avons pu établir les tableaux suivants, d'après ceux publiés par Dean, Back et Goodwin, avec la collaboration de maisons françaises de chauffage et en particulier celle de M. Bernard, chef du Service de chauffage des Etablissements Defontaine.

I. — Surface de radiation des tuyaux.

Diamètre des tuyaux (1) en pouces	en millimètres	Surface de radiation au mètre courant.
1	26/34	$0^{m^2},11$
1 1/4	33/42	$0^{m^2},13$
1 1/2	40/49	$0^{m^2},15$
2	50/60	$0^{m^2},19$
2 1/2	66/76	$0^{m^2},24$

II. — Cubage qui doit correspondre approximativement a 1 mètre carré de surface de radiation :

Étages.	Cubage Moulin de 5 étages.	Moulin de 4 étages.
Premier................	14 mètres cubes.	14 mètres cubes.
Deuxième	17 —	17 —
Troisième.............	22 —	22 —
Quatrième.............	26 —	28 —
Cinquième.............	32 —	

III. — Système de chauffage installé par Dean dans un moulin du Kansas.

Étage	Capacité en m3.	Nombre de spires du tuyau pour la vapeur.	Diam. des tuyaux en millimètres.	Longueur de tuyaux. en mètres.	Surface de radiation en m².	Situation des tuyaux.
Premier	860	8	40/49	380	57	près du plafond.
Deuxième.....	860	7	40/49	340	51	près du parquet.
Troisième	930	6	40/49	280	42	id.
Quatrième....	1300	5	40/49	244	36	id.

Enfin, il y a lieu de noter que la température moyenne a pu être maintenue à l'intérieur du moulin à 60° C, sans que rien dans le matériel (machinerie, conduits-élévateurs, charpente des bluteries, etc.) n'eût à en souffrir.

Back insiste en outre sur la question des Assurances qui ne voient aucune objection à l'installation dans les moulins des appareils de chauffage tels qu'ils sont préconisés, par les services techniques, en vue de la désinfection des établissements en été, et de leur chauffage en hiver.

CONCLUSION

Par la rapide revision précédente, nous voyons que l'agriculture a maintenant à sa disposition des méthodes de désinfection qui, bien que certainement appelées à évoluer et à se perfectionner dans un avenir prochain, offrent pourtant déjà de très sérieuses garanties. Nombre de pays ont donné à quelques-unes

(1) Conformément à l'usage adopté, pour les mesures anglaises (pouces), c'est seulement du diamètre intérieur qu'il s'agit, tandis que pour les mesures françaises (millimètres) nous avons donné à la fois le diamètre intérieur et le diamètre extérieur des tuyaux.

d'entre elles une place dans la pratique courante et certains même les ont rendues obligatoires lorsqu'il s'agit de transactions des produits végétaux d'une région à l'autre. Il est certain que la France ne restera pas étrangère à ce mouvement et que, par une application rationnelle des procédés de désinfection, soit à l'exportation, soit surtout à l'importation, elle apportera sa contribution pour entraver dans la mesure du possible l'expansion que tendent à prendre, tous les jours, dans le monde, les parasites de nos cultures.

C'est dans ce but que nous avons insisté notamment sur le procédé de désinfection à l'acide cyanhydrique. Mais il ne faut pas oublier que l'emploi de ce gaz comme celui des cyanures est réglementé en France par le décret relatif à l'importation, la détention et l'usage des substances vénéneuses (1). Au terme de ce décret, il est nécessaire, pour que l'acide cyanhydrique puisse être utilisé, en agriculture, que le Ministre l'autorise par un arrêté qui fixera les conditions d'emploi (art. 8, 9 et 10). Nous croyons savoir que la question est mise actuellement à l'étude, afin de permettre la création de Stations de désinfection par les Services officiels et par les particuliers.

(1) Décret portant réglementation d'administration publique pour l'application de la loi du 19 juillet 1845 sur les substances vénéneuses, modifiée et complétée par la loi du 12 juillet 1916 (14 sept. 1916).

Voir à la fin du fascicule les planches mentionnées dans ce rapport.

BIBLIOGRAPHIE

1917. Anonyme. — Information for nurserymen (issued by the Division of Entom.) (*U. South Africa Dept. Agric.*, Pretoria).

1923. Anderson (L.-A.-P.). — A note on a method of fumigation by hydrocyanic acid gas on a small scale (*Ind. H. Med. Res.*, X.).

1920. Back (E.-A.). — Insect Control. in Flour Mills. (*Dept. Agric. Bull.* 872. Washington).

1924. Back (E.-A.) and Cotton (R.T.). — Relative resistance of the Rice Weevil (*Sitophilus oryzæ*) and the Granary Weevil (*S. granarius*) to high and low temperatures (*Journ. of Agric. Res.*, XXVIII, nº 10, Washington.)

1924. — Effect of fumigation upon heating of Grain caused by Insects (*Journ. Agric. Res.*, XXVIII, nº 11, Washington).

1924. Back (E. A.) and Cotton (R. T.). — Effective use of hydrocyanic acid gas in the protection of Chick-Peas (*Cicer arietinum*) warehoused in 240 pound sacks. (*Journ. Agric. Res.*, XXVIII, 7, Washington).

1925. Back (E.-A.) and Cotton (R. T.). — A newly recommended fumigant, éthyl-acétate in combination with carbon tetrachloride (*Journal of Econ. Entom.*, XVIII, p. 302).

1916. Buck and Pemberton. — Effect of cold-storage temperatures upon the pupæ of the Mediterranean Fruit Fly (*Journ. Agric. Res.*, VI, 7, Washington).

1916. — Effect of cold-storage temperatures upon the Mediterranean Fruit Fly (*Journ. Agric. Res.*, V, nº 15, Washington).

1920. Ballou (H.-A.). — The Pink Boll Worm in Egypt., in 1916-1917 (*Bull., Techn. Sc. Serv., Min. Agric. Egypt*, Le Caire).

1919. Bertrand (G.), Brocq-Rousseu et Dassonville. — Destruction du Charançon par la chloropicrine (*C. R. Ac. Sc. Fr.*, t. CLXIX, Paris).

1919. — Influence de la température et d'autres agents physiques sur le pouvoir insecticide de la chloropicrine (*C. R. Ac. Sc. Fr.*, t. CLXIX, Paris).

1919. — Action comparée de la chloropicrine sur le Charançon et sur le *Tribolium* (*C. R. Ac. Sc., Fr.*, t. CLXIX, Paris).

1920. — Sur la dératisation par la chloropicrine (*C. R. Ac. Sc. Fr.*, t. CLXX, Paris).

1924. Bhasine (H.-D.). — Air tight storage of Grain (*Rept. Proc. 5 Ent. Meeting, Pusa*, 1923, Calcutta).

1922. Call (A.-H.). — Vacuum fumigation of nursery stock in Ventura County (*Month. Bull. Dept. Agric. Calif.*, XI, nº 5-6, Sacramento).

1924. Chandler (S. C.). — Some recent developments in the use of Paradichlorobenzen (*J. of econ. Entom.*, XVII, Concord).

1913. Dean (G. A.). — Mill and stored grain Insects. The heat method put to a test in a modern mill (Kansas State Agr. Exp. Stat., *Bull.* 189).

1918. Dendy (A.). — Report on the effect of air-tight storage upon Grain Insects. Part. I (*Rept. of the Grain Pests (War) Committee* nº 1, Londres).

1919. — On the occurrence of live Insects in tins supposed to be hermetically sealed (*Rept. of the Grain Pests (War) Committee*, nº 4, Londres).

1918. — and Elkington. — Report on the effect of air-tight storage upon Grain Insects, Part. II (*Rept. of the Grain Pest (War) Committee*, nº 3, Londres).

1920. — Report on the effect of air-tight storage upon Grain Insects, Part. III (*Rept. of the Grain Pests (War) Committee*, nº 6, Londres).

1924. Doane (R. W.). — The control of Insects in Cereal food products (*Journ. of econ. Entom.*, XVII, Concord).

1922. Donald (R.-E. Mc) and Scholl (G.-J.). — Disinfecting Cotton seed to prevent the spread of the Pink Bollworm (*Texas Dept. Agric., Bull.* 71, Austin).

1852. DOYÈRE (L.). — Recherches sur l'Alucite des Céréales (*Ann. Inst. Nat. Agro.*, I, Versailles).

1862. — Conservation des grains par l'ensilage. Recherches et applications expérimentales faites depuis 1850 pour démontrer la conservation des grains par l'ensilage souterrain hermétique, Paris).

1919. EHRHORN (E.-M.). — Report of the Division of Plant Inspection for the biennal period (*Board of Agric. and. For.*, decembre 1918, Honolulu).

1921. — Report of the Division of Plant Inspection for the b. period end. dec. 1920.

1923. — Report of the Division of Plant Inspection for the b. period end. dec. 1922.

1894. FRANCESCHINI (F.). — Esperimenti per combattere la *Diaspis pentagona* (Ministero. di Agric., Industria e Commercio) Roma.

1921. FROGGAT (W. W.). — Fumigating Maize with carbon dioxide (*Agricult. Gazette* N. S. W. Sydney.

1869. GIRARD (Maurice). — Des appareils et des machines en usage pour détruire les insectes nuisibles (*L'Insectologie agricole* III, 11 p. 290, Paris).

1873. — Traité d'entomologie, I. p. 695, Paris.

1922. GOODWIN (W.-H.). — Heat for control of Cereal Insects (*Bull. Ohio Agric. Exp. St.*, nº 354, Wooster).

1916. GOUGH (L.), — Note on a machine to kill *Gelechia* larvæ by hot air, and the effects of heat on *Gelechia* larvæ and Cotton Sud (*Bull.* nº 6, *Techn. Sc. Serv.*, *Min. Agric. Egypt*, Le Caire).

1923. GRIFFIN, NEIFERT, PERRINE and DUCKETT. — Absorption and retention of hydrocyanic acid by fumigated food products (*U. S. Dept. Agric.*, *Bull.* 1149, Washington).

1924. GRIFFIN and BACK. — Absorption and retention of hydrocyanic acid by fumigated food products. Part. II (*U. S. Dept. Agric.*, *Bull.* 1307, Washington)

1838. HERPIN (J.-CH). — Recherches sur la destruction de l'Alucite ou Teigne des grains (*Annales de l'Agric. franç.*, Paris).

1916. HOWARD (L.-O.) and POPENOE (C.-H.). — Hydrocyanic-acid gas against Household Insects (*Farmers' Bull.*, 699, *U. S. Dept. Agric.*, Washington).

1924. LARSON (A.-O.). Fumigation of Bean Weevils, *Bruchus obtectus* and *B. quadrimaculatus* (*Journ. Agric. Res.*, XXVIII, nº 4, Washington).

1925. LEACH (B. R.) and FLEMING (W. E.). — The Fumigations of « balled » Nursery Stock (*Journal of Econom. Entom.*, XVIII, p. 362-366).

1920. MACKIE (D.-B.). — The application of vacuum fumigation to fresh and packed dates. (*Month. Bull. Dept. Agric. Cal.*, IX, nº 8, Sacramento).

1922. — Vacuum fumigation of citrus nursery stock in Ventura County (*Month. Bull. Dept. Agric. Calif.*, XI, nº 10, Sacramento).

1923. MALENOTTI (E.). — La cura del Grano nei Magazzini (*Agricolt. Veneta*, nºs 9, 10, 11, Vérone).

1921. MARCHADIER, GOUYON et DE LAROCHE. — L'acide cyanhydrique, agent désinfectant des farines (*Journ. Pharm. chim.*, 7, nº 23, Paris).

1913. MARCHAL (P.). — La désinfection des végétaux par les fumigations d'acide cyanhydrique (*Bull. Soc. d'Encouragement pour l'Industrie nat.*, Paris).

1916. — Les Sciences biologiques appliquées à l'agriculture et la lutte contre les ennemis des plantes aux États-Unis (*Ann. Epiph.*, III, p. 31-382).

1916. MASKEW (F.). — How the Quarantine Division protects the Cotton Producer (*Month. Bull. St. Comm. Hortic.*, V, nº 9, Sacramento).

1920. — Report of the Plant Quarantine Service (*Month. Bull. Dept. Agric. Calif.*, IX. nº 10-11, Sacramento).

1921. MIÈGE (E.). — Action de la chloropicrine sur la faculté germinative des graines (*C. R. Ac. Sc. Fr.*, t. CLXXII, Paris).

1925. — Action du paradichlorobenzène sur les parasites et la faculté germinative des grains de céréales (*C. R. Ac. Agric. Fr.*, XII, p. 683).

1920. Neifert and Garrison. — Experiments on the toxic action of certain gases on Insects, seeds and Fungi (*U. S. Dept. Agric. Bull.* 893, Washington).

1925. Neifert, Cook, Roark and Tonkin (Bur. of Chemistry) and Back and Cotton (Bur. of Entomol.). — Fumigation against grain Weevils with various volatile organic compounds (*U. S. Dep. of Agr. Bull.*, nº 1313).

1925. Neifert, Cook, Roark, Tonkin, Back and Cotton. — Fumigation against Grain Weevils with various volatile organic compounds (*U. S. Dept. Agric. Bull.* 1313, Washington).

1918-1920. Newstead (R.) and Duvall (H.-M.). — Bionomics, morphological an economic Report on the Acarids of stored grain and flour (*Reports Grain Pest (War) Committee*, Royal Society, London).

1921. Ong (De E.-R.). — Cold storage control of Insects (*Journ. of econ. Entom.*, XIV, 5, Concord).

1917. Pantanelli (E.). — Disinfezione dei Fagioli tonchiati (*Le St. Sperim. Agr. ital.*, L, Modene).

1922. Piedallu (A.). — La destruction des Charançons et autres parasites des grains et légumes secs (*Ann. de la Science Agron.*, XXXIX, p. 353-365).

1922. Piedallu (A.). — Expériences sur la destruction des insectes nuisibles aux grains et aux légumes secs (*Ann. Epiphyties*, VIII, Paris).

1919. Quayle (H.-J.). — Fumigation with liquid hydrocyanic acid (*Bull.* 308, *Agric. Experim. Station*, Berkeley).

1924. Saillard (E.). — Le séchage des graines de Betteraves à sucre : Appareils employés (*Commis. Accrois. Rend. en sucre des Bett., Min. Agric.*, Paris).

1915. Sasscer (E.-R.). — A method of fumigating seed (*Bulletin of the U S. Depart. of Agric.*, nº 186).

1916. Sasscer (E.-R.). — Inspection facilities in the District of Columbia (*Journ. of Econ. Entom.*, IX, nº 1, Concord).

1917 Sasscer (E.-R) and Borden (A.-D.). — Fumigation of ornamental greenhouse plants with hydrocyanic acid gas (*Bull.* 513, *U. S. Dept. Agric.*, Washington).

1924. Sasscer (E. R.) and Weigel (C. A.). — Recent developments in greenhouse Fumigation with Hydrocyanic Gas. (*J. of econ. Entom.*, XVII, Concord).

1920. Schribaux (E.). — Désinfection des graines de coton par la chaleur sèche (*L'Agronomie coloniale*, nº 34, Paris).

1920. Slogteren (E. van). — De Nematoden-Bestrijding in de Bloembollenstreek (*Tijdschrift over Plantenziekten*, XXVI, Wageningen).

1923. — Modern methods of combating bulb diseases (Report of the internat. Conference of Phytopath. and Econ. Entom. Holland., p. 150).

1924. Snapp (O. I.). — Three Years of Paradichlorobenzene Experiments in the South (*J. of econ. Entom.*, XVII, Concord).

1924. Snyder (T. E.) and St. George (R. A.) — Determination of temperatures fatal to the powder-post Beetle, *Lyctus pianicollis*, by steaming infested Ash and Oak Lumber in a kiln (*Journ. Agric. Res.*, XXVIII, 10, Washington).

1924. Templeton (J.). — The effects of heat treatment of Cotton seed on its germination and on the subsequent growth and development of the plants (*Minist. Agric. Egypt, Techn. a. Sc. Serv., Bull.* 48, Le Caire).

1923. Thompson (R.-J.). — Treatment of railroad cars contamined with Cotton seed (*Month. Bull. Dept. Agric. Calif*, XII, nº 3-4, Sacramento).

1921. Trouvelot (B.). — Recherches sur l'emploi de la chloropicrine comme insecticide agricole (*Ann. Epiphyties*, VII, Paris).

1922. Vayssière (P.). — Propriétés insecticides de la chloropicrine. Leur utilisation dans la désinfection des semences de Coton (*L'Agronomie coloniale*, nº 56, Paris).

1925. — Sur les propriétés antiparasitaires du paradichlorobenzène (*C. R. Ac. Agric. Fr.*, XI, p. 719).

1915. Vuillet (A.). — Action des fumigations cyanhydriques sur le *Diaspis pentagona* (*Ann. Epiphyties*, II, Paris).

1915. — Protection des plantes cultivées contre les Insectes d'origine exotique (*Ann. Epiphyties*, I, Paris).

1917. Wahl (Bruno). — Uber die Bläusaure Desinfecktion von Mühlen (*Archiv. für Chemie u. Mikros.*, n° 6, Vienne).

1923. Wardle (R.-A.) and Buckle (Ph.). — The principles of Insect control, 295 p., the University Press., Manchester.

1923. Weigel (C.-A.) and Sasscer (E.-R.). — Insects injurious to ornamental Greenhouse Plants, Farmers' Bull. 1362 (*U. S. Dept. Agric.*, Washington).

1923. Woglum (R.-S.). — Fumigation of Citrus trees for control of Insects Pests (*Farmers' Bull.* 1321, *U. S. Dept. Agric.*, Washington).

1919. — A dosage schedule for Citrus fumigation with liquid hydrocyanic acid (*Journ. of econ. Entom.*, XII, n° 5, Concord).

1922. Zacher. — Die Mehlmotte und ihre Bekämpfung (*Biol. Reichsanst. Land. u. Forstw.*, Berlin).

LES CHAMPIGNONS ENTOMOPHYTES DU GENRE *BEAUVERIA* VUILLEMIN

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE *BEAUVERIA EFFUSA* VUILL. PARASITE DU DORYPHORE

Par René Dieuzeide

Licencié ès sciences. Préparateur à la Station entomologique de Bordeaux.

INTRODUCTION

La première partie de ce mémoire est surtout d'ordre bibliographique. J'ai cherché à montrer rapidement quel était l'état actuel de nos connaissances au sujet des *Beauveria* parasites du Ver à soie *B. bassiana* (Balsamo) Vuillemin, du Hanneton *B. densa* (Link) Picard, de l'Altise de la Vigne *B. globulifera* (Spegazzini) Picard.

A l'aide de ces trois types, j'ai effectué aussi des expériences d'infection du Doryphore de la Pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata* Say).

La deuxième partie est faite de recherches personnelles sur le *Beauveria effusa* (Beauverie) Vuillemin, que l'invasion du Doryphore en Gironde a révélé comme un parasite de cette Chrysomèle, meurtrier et très répandu.

Cette espèce, étudiée pour la première fois par Beauverie sur un Ver à soie remis par Conte vers 1912, n'avait été depuis rencontrée et suivie que par Picard, envahissant dans un élevage la Teigne des Pommes de terre (*Phthorimæa operculella* Zell.) dont il s'occupait.

De ci, de là, nous en trouvons une mention discrète dans certaines publications concernant l'Eudémis et la Cochylis (1). Le Moult l'aurait observée sur des Vers blancs provenant de la Mayenne et de l'Orne (*in litt.*).

Mais en 1922, lors de la grande abondance du Doryphore, à diverses re-

(1) P. Marchal, La Cochylis et l'Eudémis en 1912 (*Ann. Epiphyties*, t. I, p. 251-52.)

prises j'ai rencontré dans le sol des insectes envahis. Dans nos élevages le *Beauveria effusa* se développa parfois avec une rapidité telle qu'il fit péricliter certaines expériences organisées pour l'étude de l'hivernage de l'insecte ; cela me permit d'avoir des centaines d'individus contaminés.

Ce travail a été fait à la Station entomologique de Bordeaux, dépendant de l'Institut des Recherches agronomiques. Commencé en 1922, il ne peut pas être considéré comme absolument terminé, car bien des inconnues du problème de l'utilisation pratique de ces parasites végétaux nous font défaut.

J'ai été guidé pas à pas dans cette étude par mon maître, M. le Dr J. Feytaud, à qui je tiens ici à exprimer toute ma reconnaissance pour les conseils éclairés et les encouragements bienveillants qu'il n'a cessé de me prodiguer.

Le genre *Beauveria* Vuillemin. — SA PLACE DANS LA CLASSIFICATION. LES QUATRE ESPÈCES ENTOMOPHYTES ACTUELLEMENT DÉCRITES.

Les Hyphomycètes ou Hyphales font partie du grand groupe des *Fungi imperfecti*, où l'on a provisoirement rangé des champignons à thalle cloisonné, ayant beaucoup de points communs avec les Ascomycètes, mais chez lesquels la forme supérieure de reproduction par asques n'a pas encore été rencontrée (ou peut-être même n'existe pas). Ils possèdent exclusivement une reproduction conidienne.

Dès l'instant où l'on découvre la forme de reproduction par asques, on voit les genres transportés immédiatement dans d'autres groupes. C'est donc une place d'attente qui leur a été assignée, et dès lors les essais de classification nombreux sont venus obscurcir encore l'étude de champignons déjà assez difficiles à suivre.

Le groupe des Hyphales avait été divisé en :

Mucédinées : à spores portées sur des filaments disséminés hyalins ;

Dématiées : à spores portées sur des filaments disséminés fuligineux ;

Stilbellacées : à spores portées par des sporophores réunis en bouquet : coremium ;

Tuberculariacées : à spores portées par des sporophores groupés en coussinet : sporodochium.

Cette classification était toute artificielle ; elle reposait sur des caractères aussi variables que ceux de l'appareil végétatif, et l'on sait aujourd'hui que la même espèce cultivée en milieux différents est capable de prendre tantôt la forme Mucédinée, tantôt la forme Stilbellacée ou Tuberculariacée. P. Vuillemin écrivait à ce sujet (1) : « Il ne faut pas s'imaginer qu'on donnera une plus grande stabilité à la nomenclature en évitant de changer les noms de genres appliqués à un grand nombre d'espèces. Cette sorte de suf-

(1) P. Vuillemin, Répartition des *Gonatobotrytidæ* entre les Conidiosporés et les Blastosporés (*Bull. Soc. Bot. de France*, 4e série, t. XI, p. 164).

frage universel qui accorde les mêmes droits aux champignons étudiés à fond et aux espèces vagabondes qu'on y rattache d'après de vagues analogies, n'aurait d'autre effet que de consacrer des genres artificiels et d'entraver toute tentative de classification sérieuse. » Il fut alors amené à étudier de près les éléments reproducteurs, rangés jusque là sous le nom vague de « Conidies » et à jeter sur cette base plus solide le plan d'un système nouveau. Que faut-il entendre par conidie? Ce terme ne doit point être appliqué à une partie quelconque du thalle destinée à la reproduction. Dès son apparition la véritable conidie s'oppose au mycélium.

« Une conidie arrête la végétation du filament qu'elle termine ou de la ramification qu'elle constitue à elle seule.

« Si de nouvelles conidies se forment à son contact et constituent avec elle un chapelet, elles naissent, non de la conidie terminale, mais du filament qui la porte ; les chapelets de conidies sont incessamment basipètes ».

Voilà donc l'élément qui va définir la classe des *Conidiosporés.*

Les deux autres groupes d'Hyphales sont les *Thallosporés*, dont l'élément reproducteur n'est autre chose qu'une partie du thalle ayant auparavant joué un rôle au point de vue végétatif, et les *Hémisporés*, dont les spores demeurent en place puis végètent pour donner enfin des deutéroconidies par fragmentation.

Nous avons, en résumé :

Hyphales.................... { Conidiosporés.
Thallosporés.
Hemisporés.

Les *Conidiosporés* seuls nous intéressent. P. Vuillemin y a créé quatre ordres, qu'il distingue selon la complexité de l'appareil conidien.

S'il n'y a pas d'appareil différencié, si la conidie est « isolée sur le thalle », pour employer l'expression même de l'auteur, nous avons affaire aux *Sporotrichés.*

S'il existe au contraire des filaments mycéliens ayant pour objet de supporter et même de former la conidie, constituant un sporophore, nous voici en présence de trois divisions :

a. Le sporophore est simple. C'est une portion individualisée du thalle, sans morphologie bien nette. Les champignons ainsi constitués entreront dans le groupe des *Sporophorés.*

b. Le sporophore est représenté par des éléments que Vuillemin compare, pour faciliter la compréhension, aux basides des Basidiomycètes avec leurs stérigmates (1). Ce sont les phialides (φιάλη = flacon). La phialide est un fragment de mycélium, isolé de celui-ci par une cloison à sa base, ayant « la forme

(1) P. Vuillemin, Matériaux pour une classification rationnelle des *Fungi imperfecti* (*Comptes rendus Acad. Sciences*, Paris, 4 avril 1910).

d'une bouteille avec un ventre plus ou moins renflé et un col plus ou moins effilé (1). » C'est au sommet de la phialide que nous trouvons tantôt une seule conidie, tantôt plusieurs qui sont alors produites en direction basipète. L'existence des phialides est un caractère de grande fixité et a servi à la formation de la classe des *Phialidés* (Fig. 1).

c. Le terme le plus élevé de la différenciation de l'appareil conidien se rencontre chez les *Prophialidés*, possédant non seulement des phialides, mais encore des portions de thalle distinctes, ayant une évolution déterminée, et donnant naissance à ces phialides.

C'est dans la classe des Phialidés qu'entre le genre *Beauveria* qui nous occupe.

Ces données de systématique, quelque fastidieuses qu'elles puissent paraître, sont cependant nécessaires à connaître. Elles nous ont montré comment, grâce à la définition exacte de la conidie d'abord, de la phialide ensuite, il devenait possible de voir clair, au milieu de l'amoncellement désordonné des formes rangées par les anciens auteurs dans les *Fungi imperfecti*.

Le genre *Beauveria*.

Ce genre fait partie de la famille des Verticilliacées, où les phialides sont verticillées. BEAUVERIE vers 1911, étudiant des champignons entomophytes, avait déjà prévu le besoin de la création d'un genre nouveau, où devait entrer l'ancien *Botrytis bassiana*, agent de la Muscardine du Ver à soie. En 1912, VUILLEMIN (2) décrivait le genre *Beauveria*. A lui seul, le mode de formation des conidies suffit à le définir. Déjà BEAUVERIE avait essayé de montrer comment s'effectuait la naissance des éléments reproducteurs : « Un stérigmate, qui est le col effilé de la phialide, se renfle à son extrémité pour donner la conidie n° 1 ; puis l'axe continuant à croître rejette latéralement cette première conidie et se renfle bientôt en une conidie n° 2. Le même fait se reproduit cinq ou six fois. On a une figure en zig-zag dont chaque saillie porte une conidie. Les plus récentes sont à l'extrémité libre ; les plus anciennes à la base. Le mode de formation des spores est centrifuge. En somme, le conidiophore donne naissance à une cyme unipare ou sympode ; son mode de végétation est défini » (Fig. 2).

BEAUVERIE (3) avait bien vu qu'il s'agissait là d'une ramification sympodique. Cependant, son interprétation de la naissance des spores n'était pas exacte selon VUILLEMIN, qui fit remarquer en effet que l'axe étant défini par

(1) P. VUILLEMIN, Les Conidiosporés (*Bull. Soc. Scient. de Nancy*, série III, t. X, 1909).
(2) P. VUILLEMIN, *Beauveria*, nouveau genre de Verticilliacées (*Bull. Soc. Bot. de France*, t. LIX, (4e série, t. XII), janvier 1912).
(3) J. BEAUVERIE, Les Muscardines. Le genre *Beauveria* Vuillemin (*Rev. gén. de Botanique*, t. XXVI, mars-avril 1914).

une première spore ne pouvait continuer à croître. Il s'agissait pour lui d'un « rameau né sous le sommet, qui se substitue à l'axe défini, en reprend la direction et refoule de côté la première conidie. Le second rameau présente à l'égard du premier les mêmes rapports que celui-ci à l'égard de l'axe ; de même le troisième à l'égard du second. Tous les rameaux, comme l'axe, sont définis par une spore. Chacun naît sous la spore précédente, en sorte que si l'apparence définitive rappelle une disposition centrifuge, par suite du redressement secondaire des branches du sympode, les conidies n'en ont pas moins l'origine centripète des spores en chapelet des *Spicaria*, puisque chacune d'elles termine un rameau né au-dessous de la spore précédente » (Fig. 3).

Voici donc mis au point un mode de naissance des conidies très caractéristique, aboutissant à la formation de filaments sporifères en zig-zag et définissant les *Beauveria*. Dans ce genre les phialides ne sauraient point servir à la systématique. Leur forme est très variable et si nous les trouvons renflées, presque sphériques, chez le *B. bassiana*, nous les rencontrons ailleurs effilées et presque méconnaissables.

Enfin, l'existence des formes corémiales, qui servaient dans les anciennes classifications, n'est ici d'aucune utilité. Ces formes agrégées répondent plutôt à des modifications physiologiques qu'à un état morphologique fixe du champignon.

P. VUILLEMIN a donné la diagnose latine du genre et nous la transcrivons textuellement, pour être complet.

Beauveria VUILLEMIN, nov. gen. (dédié à M. BEAUVERIE) :

Mycelium hyalinum vel laete coloratum, effusum, vel dense aggregatum : fila sæpius concatenata, septata, ramosa. Hyphæ fertiles suberectæ, ramosæ. Phialæ verticillatæ vel conglomeratæ interdum discretæ, ventricosæ vel elongatæ. Collum gracile conidio solitario definitum, mox lateraliter dejecto ramulo piliformi subterminali, ipso conidio definito et eodem modo ramificato, et inde porro ita ut cyma monopodium phialæ ad orem efficiatur. Conidia hyalina vel læte colorata, continua, rotunda.

Les espèces entomophytes du genre *Beauveria*.

Primitivement ce genre ne comprenait que deux espèces, parasites du Ver à soie :

Beauveria bassiana VUILL. *Botrytis bassiana* BALS.
Beauveria effusa VUILL. = *Botrytis effusa* BEAUVERIE.

Plus tard on devait y faire entrer l'*Isaria densa* Link (étudié par GIARD), malgré l'opposition de J. LAGARDE qui préférait lui laisser le nom, primitivement donné par LINK, de *Sporotrichum densum* et le faire entrer parmi les Sporotrichés de VUILLEMIN (1).

(1) J. LAGARDE, Biospeologica. Champignons, 1re série (*Arch. de Zool. expériment. et gén.*, t. LIII, décembre 1913).

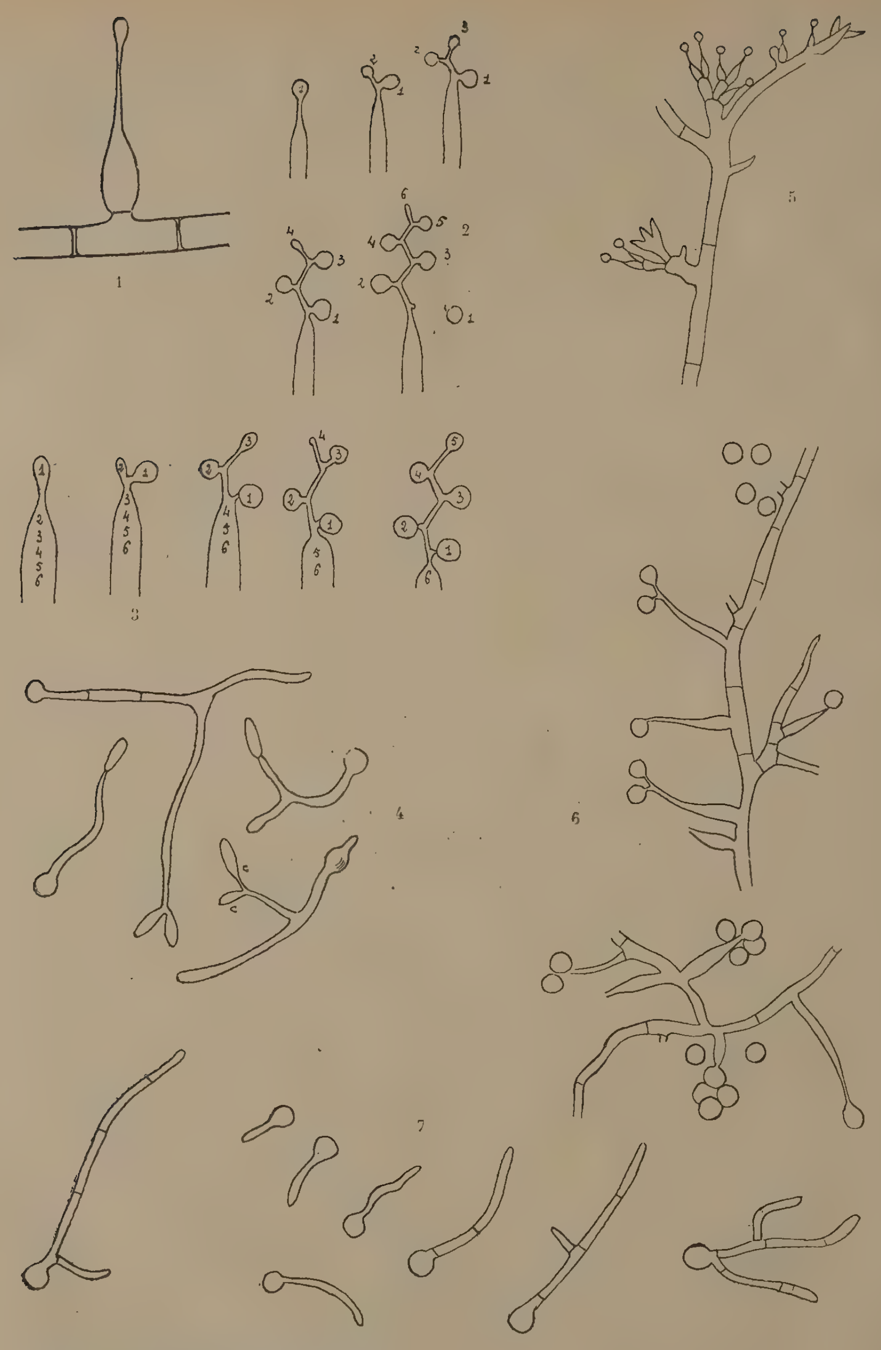


Fig. 1. — La Phialide typique (schéma).

Fig. 2. — Figure destinée à montrer le mode de formation des conidies dans le genre *Beauveria* (in Beauverie).

Fig. 3. — Interprétation du mode de développement des conidies à l'extrémité des Phialides dans le genre *Beauveria* d'après Vuillemin.

Fig. 4. — *Beauveria densa*. — La formation des conidies cylindriques (c) (d'après Giard).

Fig. 5. — *Beauveria bassiana*. — Filament sporifère en culture jeune (d'après Fron).

Fig. 6. — Quelques aspects de *Beauveria effusa*, culture en goutte suspendue g = 1000.

Fig. 7. — *Beauveria effusa* germination de la conidie.

Cette opinion était basée sur le fait que les phialides n'existaient pas. Mais, ainsi que le fit remarquer Beauverie, le seul fait d'avoir les conidies portées sur des filaments en zig-zag révèle une formation sympodique et justifie la place assignée dans le groupe à ce champignon. Tandis que ce caractère est constant, fixe, immuable, la forme de la phialide est variable et n'a qu'une importance secondaire. Beauverie cite dans son travail le cas du *B. bassiana* où, selon les milieux de culture, la phialide ventrue peut s'allonger pour arriver à être un filament conidifère difficile à différencier du mycélium. Il semble qu'il s'agisse là d'une accélération végétative, poussée à l'extrême chez *B. densa*, où il ne reste plus qu'un rudiment informe.

Enfin Picard (1), n'ayant pas hésité à ranger parmi eux l'*Isaria densa*, classe dans les *Beauveria* le *Sporotrichum globuliferum* Speg., montrant qu'il est très difficile de distinguer ce dernier du *Beauveria bassiana* autrement que par l'aspect macroscopique des cultures. C'est à Picard que nous empruntons le tableau suivant, permettant de différencier facilement les quatre espèces du genre :

Conidies ovoïdes			*Beauveria densa* (Link) Picard.
Conidies sphériques.	Appareil végétatif farineux, ne colorant pas le substratum		*Beauveria bassiana* (Bals) Vuillemin.
	Ail végétatif	Colore la Pomme de terre en rouge.	*Beauveria effusa* (Beauverie) Vuillemin.
		Colore la Pomme de terre en jaune verdâtre	*Beauveria globulifera* (Speg) Picard.

Beauveria densa (Link) Picard.

Cette espèce a surtout été étudiée par Giard (2). C'est donc à son beau travail, un modèle du genre, que nous allons faire les emprunts les plus considérables.

Le Moult, s'occupant du hannetonnage, rencontrait en 1890, à Céaucé, dans l'Orne, un grand nombre de Vers blancs momifiés, parmi lesquels certains possédaient une coloration rosée, et d'autres étaient recouverts d'une efflorescence blanchâtre. Ces individus furent soumis à l'examen de Giard ; il les reconnut envahis par un champignon qu'il rapportait à un type déjà décrit : l'*Isaria densa* (Link) Fries. En même temps que lui, Prillieux et Delacroix (3) faisaient aussi des recherches de leur côté et donnaient au parasite le nom de *Botrytis tenella*.

Pour la première fois l'espèce était signalée en France. Mais elle était déjà connue et le travail bibliographique de Giard le montre bien.

H.-F. Link en 1809, donnait le nom de *Sporotrichum densum* à un parasite

(1) Picard, La Teigne des Pommes de terre (*Phthorimæa operculella*) (*Ann. Epiph.*, t. I, 1913).

(2) Giard, L'*Isaria densa*, Champignon parasite du Hanneton commun (*Bull. scient. du Nord de la France et de la Belgique*, t. XXIV, 4e série, vol. III, 1892).

(3) *Comptes Rendus Acad. des Sciences*, Paris, 11 mai 1891.

nu Hanneton (1). En 1816, Nees von Essenbeck (2) donne une diagnose et du dessin du même champignon qu'il a trouvé sur des insectes morts, sur des feuilles et des tiges pourries. En 1822, Link a modifié quelque peu sa première description et définit ainsi le *Sp. densum* : *cœspitibus crassis limitatis, floccis densis implicatis, sporidiis globosis minutis.* Si j'insiste sur ces diagnoses, c'est que certains auteurs, J. Lagarde en particulier, ont proposé de laisser à l'espèce la première dénomination de Link.

Depuis, de nombreux mycologues s'en occupèrent, lui assignant des noms différents. La synonymie se trouve tout au long dans le mémoire de Giard ; en voici le résumé :

1809. *Sporotrichum densum*, H.F. Link (*Observationes*, etc.)
1832. *Racodium entomogenum* Persoon (*Mycologia Europœa*, I, p. 72).
1881. *Botrytis bassiana*, var. *tenella* Saccardo (*Fungi italici*)
1891. *Botrytis tenella* Prillieux et Delacroix (*C. R. Acad.*, 11 maï).
1891. *Isaria densa* (Link) Giard (*C. R. Soc. Biol.*, 18 juillet).

Le champignon est représenté par les filaments cloisonnés et ramifiés ayant de 0 μ 5 à 1 μ 5 de diamètre. Au milieu du feutrage constitué par ce mycélium, on distingue des amas de spores, affectant une disposition en glomérules. Ces glomérules sont formés par des filaments conidifères et des conidies ovoïdes (caractère important au point de vue spécifique). La phialide y est tellement réduite que Lagarde a préféré laisser ce type dans le genre *Sporotrichum.* Mais nous avons vu que la phialide pouvait régresser. Ce qui ne change pas, c'est la disposition des spores ; Beauverie et Picard ont été ainsi amenés à en faire un *Beauveria.*

Ce fait ne devait point échapper à un observateur aussi averti que Giard. Grâce aux cultures en cellules (Giard se servait de cellules Van Tieghem, sur lesquelles il retournait une lamelle avec une goutte d'eau distillée légèrement additionnée de glycérine, ou une goutte d'un mélange d'eau distillée et de sang d'insecte), le savant biologiste avait étudié la naissance des conidies, dont la disposition l'avait frappé.

« Comme un certain nombre de conidies se forment successivement à l'extrémité d'un filament déterminé, les premières nées sont rejetées latéralement, et les conidiophores se projettent alors de chaque côté de l'hyphe fructifère, en dents de scie, alternant avec une certaine régularité de chaque côté de l'hyphe...

« L'extrémité des filaments prend alors une forme en zig-zag très caractéristique et qui n'a pas échappé aux anciens observateurs, sans que personne en ait, à mon avis, donné une interprétation satisfaisante ».

Beauveria densa cultive facilement sur tous les milieux. Dès le sixième jour, on distingue déjà des amas d'où partent des filaments rayonnants, de telle

(1) *Observationes in ordines plantarum naturales* (Berlin).
(2) *System der Pilze und Schwamme*, Würzb.

sorte que l'aspect définitif d'une culture sur Pomme de terre-gélose est celui d'une série de petits vallonnements qui s'élèvent assez peu au-dessus du substratum. Tout autour de chaque colonie, on voit apparaître, au bout d'un temps variable, entre dix et quinze jours, une coloration nette du milieu : rouge violacé pour la Pomme de terre, rouge intense pour la gélatine (Giard).

Sur bouillon de viande, le *B. densa* fournit une teinte rouge vineux. C'est là un phénomène constant, qui permet à lui seul de séparer ce champignon des trois autres.

Afin d'écarter des cultures les bactéries qui viendraient les envahir, il est bon, et Giard le recommande, d'opérer toujours en milieu légèrement acide. Cette précaution est excellente pour avoir des cultures pures. Mais disons tout de suite que les colonies bactériennes disparaissent vite devant la vitalité des champignons entomophytes. Ce n'est qu'avec la culture en cellules qu'on peut suivre le développement de la conidie. Giard, employant la technique signalée plus haut, observa la bifurcation très rapide du filament issu de la spore, l'apparition des cloisons et la formation de conidies cylindriques « prenant naissance par un simple pincement de l'extrémité des hyphes ». Il a su assimiler ces conidies cylindriques aux arthrospores d'autres champignons, « prenant naissance par désarticulation du filament » lorsqu'ils sont cultivés en milieu liquide (Fig. 4).

Le terme avait déjà été employé par De Bary qui avait remarqué leur formation chez *B. bassiana* et chez la forme conidiale du *Cordyceps militaris* F. Cet auteur avait noté leur abondance dans le sang des insectes envahis et montré le rôle qu'ils jouaient dans la constitution de la momie. Les cadavres des Vers blancs, envahis par l'*Isaria*, sont momifiés. Quand l'infection remonte à peu de jours, la larve a une couleur rosée. Rapidement, surtout si le milieu ambiant contient l'humidité nécessaire, nous voyons le corps de l'insecte se recouvrir d'un duvet blanc. Ce sont les hyphes externes du parasite qui ne tardent point à sporuler.

Quand le terrain est plus humide et plus gras, le champignon émet des filaments agrégés, denses, porteurs de spores, les hyphasmates. Ces hyphasmates doivent être considérés comme des portions de thalle, qui, rencontrant des conditions particulièrement favorables à leur végétation, mènent une vie saprophytique aux dépens des matières en décomposition du sol. Giard semble attribuer une importance par trop considérable à ces éléments. J'ai souvent constaté leur existence chez *Beauveria effusa*, et je ne pense point qu'ils aient quelque intérêt spécifique.

Le Hanneton adulte n'est point épargné ; les hyphes sortent de son corps par les articulations, points faibles, tandis que les larges plaques chitineuses sont respectées. Les cadavres momifiés des imagos ne se rencontreraient pas dans le sol, mais « surtout dans la mousse, au pied des arbres, ou dans l'herbe des clairières et de la lisière des bois ». La contamination de l'adulte se ferait

au moment où, sorti des langes de la nymphe, le Hanneton n'aurait pas encore une cuirasse solide. Le mycélium pénétrerait alors facilement. Mais on sait actuellement qu'un insecte, aussi bien défendu soit-il par ses téguments, ne sera pas pour cela à l'abri d'une mycose. Point n'est besoin non plus d'une déchirure de la chitine pour que les germes pénètrent dans son organisme. Le seul fait de vivre tout un hiver en terrain dangereux et d'y circuler pendant deux mois environ constitue pour le Hanneton adulte un sérieux danger. Et si les imagos momifiées se rencontrent surtout à l'extérieur, c'est que leur recherche dans le sol est aléatoire à cause de la profondeur qu'elles atteignent. Si un grand nombre de Hannetons adultes réussissent à prendre leur essor, il en est aussi de nombreux qui meurent envahis avant d'être sortis à la lumière.

Qu'il s'agisse de la larve ou de l'adulte, l'insecte envahi est une momie, qui devient rapidement dure et cassante. Le tube digestif seul serait respecté, tout le reste est un sclérote, à odeur agréable, ce qui a fait dire spirituellement à Giard : « Elle rappelle le parfum des Champignons de couche, et si l'on arrivait à vaincre tout préjugé, je suis convaincu qu'on pourrait les manger non seulement sans dégoût, mais même avec un certain plaisir. » Ce sclérote, au point de vue microscopique, est constitué par un amas de filaments mycéliens, ramifiés, enchevêtrés. C'est de cette partie végétative interne que naîtront les hyphes externes. Ce sclérote vit surtout aux dépens du corps graisseux.

Depuis 1891, où Le Moult fit les premiers essais, très fortement encouragé par Giard, les tentatives de destruction des Hannetons par *Beauveria densa* furent nombreux, les uns suivis de succès, et d'autres moins concluants. Je n'entreprendrai pas de les résumer ici. On en trouvera un exposé détaillé dans le mémoire de Giard et dans des publications de Le Moult (1).

Le Hanneton ne fut pas le seul insecte expérimenté. Des essais furent réussis par Giard sur le Ver des Farines (*Tenebrio molitor*), les larves d'*Anomala Frischii* et de *Polyphylla fullo* (Hanneton des Pins), les Chenilles d'*Acherontia atropos* L. et de *Sphinx ligustri*, celles de diverses Noctuelles (*Mamestra brassicæ* L., *Plusia gamma* L., *Noctua meticulosa*), le Ver à soie.

Prillieux et Delacroix obtinrent aussi des résultats avec la Cétoine dorée (*Cetonia aurata*), les *Rhizotrogus solstitialis* L., les Chenilles de *Liparis chrysorrhæa* et de *Bombyx mori*.

Il semble cependant que les Orthoptères soient réfractaires. Giard démontra que le Champignon ne se développait qu'après la mort de l'insecte. Il n'était donc plus un parasite, mais un saprophyte.

Quand le terrible ravageur américain, le Doryphore de la Pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata* Say), fit des dégâts dans la région bordelaise, M. Feytaud, directeur de la Station entomologique, me conseilla d'étudier l'action

(1) Le Moult, *De la destruction des Insectes nuisibles par les Parasites végétaux* (1912-1914).

des parasites végétaux que nous pouvions lui opposer. Trop averti par tous les essais antérieurs contre d'autres ennemis des cultures, qui n'avaient point donné de résultats vraiment pratiques, il m'aiguillait dans cette voie sans espérer encore que cette méthode devienne un moyen de lutte immédiat.

Mais les méthodes plus rationnelles et à effets moins éloignés, qui devaient parer à l'invasion, auraient pu échouer. Dès lors il nous aurait fallu vivre en nous accommodant du mal ; nos auxiliaires naturels pouvaient à ce moment nous être précieux.

Le Moult avait déjà songé à employer ce moyen de lutte. Dès le 31 juillet 1922, il nous proposait des cultures de *B. densa* du 23 mars 1922, provenant de Gorron. Mais il pensait à une utilisation en grand, et nous ne voulions alors qu'effectuer des essais de laboratoire. C'est donc d'une de ces cultures que nous sommes parti. M. Le Moult avait joint à son envoi *Beauveria bassiana* ; plus tard il nous adressa *B. globulifera.*

Tous trois furent expérimentés, avec les mêmes modalités. Avec chacun d'eux je multipliai les essais.

J'avais adopté un système qui devait rapidement me permettre de me rendre compte de l'efficacité du moyen. J'avais mis de mon côté toutes les chances de réussite possibles. Le Doryphore adulte, en effet, quand approche l'hiver s'enfonce à une profondeur variable dans le sol. C'est un moment propice pour effectuer les infections. C'est donc sur des hivernants que j'ai opéré surtout. Ces hivernants, d'autre part, sont en état de vie ralentie ; les défenses de leur organisme sont considérablement diminuées.

Cependant je ne me suis pas contenté d'expériences faites pendant la saison d'hiver, où on aurait pu objecter que la température était trop basse. J'ai renouvelé les essais pendant l'été.

Les études sur les larves n'ont pas non plus été négligées.

J'ai employé comme récipients de gros tubes de verre à fond plat, emplis aux trois quarts de terre. Il y avait deux insectes par tube ; une gaze ou un flocon d'ouate empêchait toute évasion. Le premier travail fut, si je puis dire, une étude du sol. Je tenais à savoir si, dans les sols légers de la région girondine, où pullulait le Doryphore, le Champignon pouvait vivre en saprophyte, en milieu sec et en milieu humide.

Des tubes contenant de la terre furent ensemencés avec des spores de *B. densa*, *globulifera* et *bassiana*, en janvier 1923, après une stérilisation de vingt minutes à 110° suivie d'un arrosage à l'eau longuement bouillie. Au bout de douze à quinze jours, on pouvait voir, tant à l'intérieur du sol qu'à la surface, des colonies avec début de sporulation.

En milieu sec (c'est-à-dire non arrosé avec de l'eau bouillie, ce qui ne veut pas dire qu'il s'agisse de la privation d'eau absolue), des colonies minuscules apparurent. Elles ne prirent jamais l'extension des précédentes. Mais,

dès l'instant où je les arrosai durant trois jours, elles se développèrent considérablement.

Par conséquent ces Champignons, alors même qu'ils ne rencontreraient pas d'insecte à envahir, trouveraient dans nos terrains la nourriture nécessaire à leur vie et à leur reproduction. Le Champignon pourrait pousser aussi en milieu relativement sec. Je n'ai pas l'intention de donner le détail des expériences faites. Je vais simplement indiquer les variantes mises en œuvre :

ADULTES. — I. *Hivernants.* — 1° Les insectes sont placés au voisinage d'un cube de Pomme de terre portant une culture fortement sporulée, cube simplement posé en surface. Avant de s'enfoncer, ils frôlent nécessairement le substratum t se saupoudrent de spores.

2° Le cube de Pomme de terre est placé depuis plusieurs jours déjà dans le sol où les Doryphores vont s'enfoncer.

3° La culture est placée dans le sol, en même temps qu'on installe les insectes. Ces derniers subissent une mutilation : aile ou élytre enlevé d'un côté ; pour d'autres, on a introduit des spores sous les élytres.

4° Souillure de la plaie provoquée par arrachement de l'aile, de l'élytre ou d'une patte.

5° Piqûre abdominale avec une aiguille préalablement plongée dans une culture très sporulée.

II. *En activité.* — 1° Pulvérisation d'un liquide (eau ou eau glycérinée) contenant des spores en suspension :

a. Sur l'insecte, qui est installé ensuite sur des feuilles de Pomme de terre non souillées ;

b. Sur les feuilles de Pomme de terre, qui sont ensuite offertes à l'insecte.

LARVES. — I. *Pendant la nymphose*, que nous faisons effectuer en sol ensemencé (nous utilisons pour cela un cristallisoir d'un litre).

II. *En activité.* — *a.* Pulvérisation de spores sur la larve ou sur sa nourriture ;

b. Piqûre avec instrument souillé.

Quand il s'agissait d'expériences où le sol était ensemencé, j'opérais simultanément en milieu sec et en milieu humide. Pour toutes, des témoins étaient suivis.

Les résultats obtenus avec *Beauveria densa* furent nuls. C'est seulement en employant des moyens énergiques, comme l'arrachement de l'aile, de l'élytre et la souillure de la plaie, ou la piqûre abdominale, que nous avons réussi à contaminer les insectes adultes.

Quant aux larves, la piqûre abdominale leur était souvent fatale, et le champignon se développait ; mais les témoins mouraient. De sorte que nous avons le droit de nous demander si la mort n'était pas due à des lésions graves, ou à des infections bactériennes, le *Beauveria* se développant ensuite en saprophyte sur le cadavre.

Peut-être m'objectera-t-on que les cultures dont je me suis servi n'étaient que peu virulentes. Si le moyen de GIARD pour évaluer la virulence d'une culture a de la valeur, la coloration du substratum était nette. Mais je ne me suis pas contenté d'utiliser la culture mère. Après avoir contaminé des insectes par le procédé que nous venons de voir, j'ai fait des repiquages, et je n'ai pas été plus heureux. Le parasite du Hanneton ne convenait donc pas à la lutte contre la Chrysomèle. Nous verrons par la suite que les deux autres types ne devaient pas me donner de meilleurs résultats.

Beauveria bassiana (Bals). Vuillemin.

Le Dr AGOSTINO BASSI de Lodi, en 1835, et AUDOUIN, semblent avoir les premiers attiré l'attention sur la Muscardine du Ver à soie et démontré sa nature crytogamique. L'un d'eux (1), encore tout étonné de cette découverte, écrit : « Quel phénomène de physiologie plus curieux que celui que nous montre un végétal vivant en parasite à l'intérieur d'un animal, et ne lui donnant la mort qu'au bout de quelques jours, lorsque les nombreux filaments qu'il pousse ont envahi de proche en proche et enlacé dans un réseau inextricable tout le tissu sous-cutané de son corps. » Mais la maladie était connue depuis longtemps, puisque VALLISNERI (1725) et LUDWIG (1763) l'avaient déjà signalée. BALSAMO CRIVELLI dédia l'espèce à BASSI ; MONTAGNE, TURPIN, GUÉRIN MENNEVILLE l'étudièrent aussi. Le Dr VITTADINI enfin publia à son sujet un travail très bien documenté.

La culture du *Beauveria bassiana* est facile ; tous les milieux lui conviennent. Il pousse sensiblement plus vite que *B. densa.* L'aspect macroscopique des cultures est tout différent. Le mycélium, crayeux, farineux, s'élève peu au-dessus du substratum, qu'il ne colore pas. On a enfin observé des clavules de 1 ou 2 millimètres de hauteur au maximum, se produisant au sommet de mamelons, par groupes d'une dizaine (2). Ce sont là des formes agrégées, dont on tenait compte dans les anciennes classifications. Mais ce n'est pas un caractère fixe, qui semble plutôt dû à des modifications physiologiques résultant du milieu.

Au microscope les spores, de 1 μ, 5 à 3 μ environ de diamètre, sont arrondies. Elles forment avec les conidiophores des glomérules au milieu du feutrage mycélien. En les étudiant en goutte suspendue, on les voit naître selon le mode qui caractérise les *Beauveria.* Leur disposition en zig-zag est nette. A titre de curiosité, notons la singulière idée que MONTAGNE avait au sujet de leur formation : nées à l'intérieur des filaments, elles s'échapperaient de leur extrémité après sécrétion d'une membrane visqueuse qui les maintiendrait

(1) AUDOUIN, Nouvelles expériences sur la nature de la maladie contagieuse qui attaque les Vers à soie et qu'on désigne sous le nom de Muscardine (*Ann. Sc. Nat. Zoologie*, 2e série, t. VIII, 1837, p. 257),
(2) J. BEAUVERIE, *loc. cit.*

groupées autour de l'hyphe. Les phialides sont le plus souvent bien développées, ventrues (fig. 5); mais dans certains cas d'accélération de croissance, elles peuvent s'effiler et affecter l'aspect d'un filament végétatif.

Les frères TULASNE (1) ayant démontré que l'*Isaria farinosa* FRIES pouvait être rapporté à *Sphæria militaris* EHR., qui est sa forme ascosporée, avaient cru trouver en *Cordyceps* (*Sphæria*) *sinensis* BERK. la forme ascosporée du *Botrytis bassiana.* Quant à DE BARY, il avait pensé à la forme conidiale d'un Pyrénomycète (*Melanospora parasitica*). Toutefois il abandonna plus tard cette idée (2). BREFELD avait d'ailleurs commis la même erreur.

Primitivement rangé dans le genre *Botrytis* Micheli, ce Champignon a reçu divers noms :

Botrytis bassiana Balsamo (in Robin. veg. Paris, 1853).

Botrytis bassiana Balsamo (Saccardo. Syll. IV).

Stachylidium bassianum Montagne (in *Jour. of the Hortic. Soc.* London, 1846).

Voici la diagnose que donne FERRARIS (3) :

Cæspitulis effusis, tomentosis albidis, v. griseis, larvas demum omnino obducentibus ; hyphis sterilibus, non septatis, repentibus conidiophoris erectis, candidis, septatis, simplicibus aut dichotomis breviter ramulosis, ramulis sparsis, conidiis globosis v. leniter ovoideis ad apices ramulorum tandem capitate conglomeratis 1, 5 — 3 μ *diam. hyalinis.*

Cette description ne met pas en avant le caractère important des phialides, pas plus que la disposition des spores sur le conidiophore. Elle doit donc par conséquent être complétée par ces données.

Le Ver à soie atteint de muscardine conserve, au début, les apparences de l'insecte sain. Puis son corps se ramollit, devient flasque, prend une teinte rosée, quelquefois rouge plus ou moins violacée. Les humeurs ont une réaction acide. Des cristaux octaédriques et des formations mycosiques apparaissent dans son sang. Ainsi que je l'ai déjà dit, DE BARY avait noté l'abondance de ces conidies cylindriques et vu le rôle qu'elles jouaient dans la formation de la momie. C'est une sorte d'adaptation du mycélium au milieu liquide où il doit vivre. Les choses vont très vite ensuite, et l'animal meurt, les glandes soyeuses étant seules respectées. Si l'air est sec, il se colore en brun aussitôt après sa mort ; si au contraire l'air est humide, des efflorescences blanches apparaissent sur son corps.

L'aspect des muscardines leur a valu le nom vulgaire de dragées. Les Italiens appellent cette maladie « calcino », le Ver ayant l'air d'avoir été cal-

(1) TULASNE, Note sur les *Isaria* et *Sphæria* entomogènes (*Ann. Sc. Nat. Botanique*, 4e série, t. VIII, 1857, p. 15-43).
(2) Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. (Leipzig, 1884, p. 402).
(3) T. FERRARIS, Flora italica cryptogama. Hyphales, fasc. VI, p. 680, 1910).

ciné. De l'époque de l'infection à celle de la mort, on compte de dix à quinze jours ; c'est un temps variable selon l'humidité de l'air.

Parfois la Chenille a le temps de se chrysalider. Mais l'infection a déjà eu lieu. Elle meurt dans le cocon et sonne à l'intérieur comme un caillou. Enfin le Papillon peut être attaqué : son cadavre est alors tout blanc à l'intérieur. Mais c'est là un fait très rare. Il s'agit de Papillons qui ne sauraient effectuer leur ponte, car ils sont morts trop tôt, ou qui se sont infectés après leur sortie du cocon. En tout cas la maladie n'est pas héréditaire : Les œufs pondus ne peuvent être contaminés puisqu'ils étaient formés dans le tube ovarique avant la contagion (1) ».

Les formations mycéliennes s'accompagnent d'autres altérations des Vers envahis. Dans le sang, les cristaux octaédriques que j'ai déjà signalés au passage seraient de l'oxalate de chaux. A la surface des téguments il apparait aussi une poussière cristalline, analysée par Verson (2) et dont la composition serait la suivante :

Eau	[illegible]
Acide oxalique	48,975
Ammoniaque	22,365
Magnésie	[illegible]

Il semble s'agir là d'un sel double d'ammoniaque et de magnésie. D'après Maillot et Lambert (3), auxquels nous empruntons les renseignements précédents, le Ver attaqué n'est pas un être antérieurement affaibli. Les plus robustes n'échappent point à la maladie. Il y a cependant des cas de plus ou moins grande résistance. C'est ainsi qu'on a remarqué que, plus la larve est à un stade avancé, plus l'infection est facile.

C'est, comme on le conçoit, au moment où le mycélium externe a sporulé que le muscardin devient dangereux, surtout si l'air est sec et chaud. Non seulement cette condition est favorable pour la dissémination, mais encore pour la conservation de la vitalité des spores. Dans l'air humide, en effet, ces dernières perdraient rapidement leur faculté germinative, cependant qu'elles résisteraient jusqu'à trois ans dans l'air sec (4).

La Muscardine causa de grands ravages entre 1820 et 1840. Il semble que, depuis, elle soit allée en diminuant à mesure que les préceptes d'hygiène des magnaneries étaient respectés. Dès 1839, Johannys (5) invitait les sériciculteurs à ne pas jeter au voisinage de la magnanerie les Vers contaminés ou les litières qui les avaient portés. Il indique en outre qu'il a fait quelques expériences avec de l'alcool étendu, du sulfate de cuivre et du nitrate de plomb. Il

(1) Pierre Vieil, Sériciculture (*Encycl. agric.*, Paris, 1905).
(2) E. Verson, Deï prodotti cristallini che mette il baco calcinato. Padoue, 1893.
(3) E. Maillot et F. Lambert, Traité sur le Ver à soie du Mûrier et sur le Mûrier, Paris, 1906.
(4) F. Lambert, Sur la durée de la faculté germinative des spores de la muscardine (*Communic. au Congrès Intern. d'Agric.*, Rome, avril 1903).
(5) Johannys, *Ann. Sc. Nat. Zoologie*, 2e série, t. XI, 1839, p. 65.

cite aussi les travaux de Bérard, professeur à Montpellier, qui avait préconisé le sulfate de cuivre en 1838. Depuis, Lambert (1), Conte et Levrat (2) ont étudié le traitement et la prophylaxie de la muscardine. Le formol (3), le soufre sont d'excellents désinfectants. Pour le traitement en cours d'élevage, le soufre, à raison de 30 grammes par 100 mètres cubes, le formol et le chlore semblent ne pas avoir d'action sur les Vers et sont à recommander. Toutefois les deux premiers de ces corps auraient une influence sur le rendement en soie des cocons en filature. Il est donc prudent de s'abstenir dès que la Chenille commence à filer son cocon.

On a souvent essayé d'inoculer le *B. bassiana* à d'autres insectes.

Turpin avait tenté d'infecter la Chenille du bouillon-blanc (*Cucculia verbasci*).

Audouin (4) l'expérimenta sur le Grand-Paon, le Machaon, le *Liparis dispar*. Il contamina aussi *Saperda carcharias* en se servant non plus des spores, mais du mycélium : « ... Si les sporules sont le moyen qu'emploie la nature pour disséminer la maladie, on peut obtenir son développement en greffant du thallus dans le corps graisseux d'un insecte. Dans ce cas, ce cryptogame envahit beaucoup plus rapidement le tissu graisseux, ce qui amène une mort plus prompte. »

Delacroix l'opposa à *Bombyx rubi*, qui fut parasité dans une proportion de 75 p. 100.

Vaney et Conte (5) en 1903 luttèrent avantageusement, grâce à lui, contre les larves d'Altises. Leur observation est à rapprocher de celle de Vincens que nous allons exposer plus loin.

Ces auteurs, en effet, répandirent des spores de *B. bassiana* sur les feuilles de Vigne données en nourriture aux larves. Ils les infectèrent facilement et arrivèrent même à la destruction totale par ce procédé. Mais, et cela est un fait important, ils conclurent que l'infection provenait de l'absorption des spores, qui germent dans le tube digestif et envahissent tous les organes.

Fron, P. Marchal (6), relatant des tentatives faites contre la Cochylis et l'Eudémis en 1912, ont noté de bons résultats obtenus au laboratoire, en milieu humide. Malheureusement en plein vignoble on n'eut qu'un faible rendement.

La même remarque fut faite par Picard (7), qui considérait cette forme comme très virulente lorsqu'il en fit l'essai, dans des tubes, sur la Teigne de la Pomme de terre, mais qui remarqua une activité moindre quand il voulut appliquer le procédé en plus grand.

(1) F. Lambert, Désinfection des Magnaneries, Montpellier, 1896.

(2) Conte et Levrat, Les maladies des Vers à soie (*Rapport du laboratoire d'études de la Soie*, Lyon, 1906-1907).

(3) Quajat, Ricerche sperimentali sul calcino (*Bol. mens. di Bachi*, Padoue, 1896).

(4) Audouin, Nouvelles expériences sur la nature de la Muscardine (*Annales Sc. Nat. Zoologie*, 2e série, t. VIII, 1837).

(5) Vaney et Conte, *Comptes Rendus Acad. Sciences*, Paris, 1904, t. LXXXVIII, p. 160).

(6) P. Marchal, *loc. cit.*

(7) Picard, *loc. cit.*

SCHWANGART et GERNECK (1) l'utilisèrent contre la Pyrale de la Vigne (*Œnophtira pilleriana*). Tout récemment encore M. et Mme ARNAUD (2) ont étudié son action sur *Pieris brassicæ*. Quand les Chenilles ont été saupoudrées de spores, elles s'arrêtent de manger après un ou deux jours. C'est au bout de quatre à six jours que la mort survient. Ici on a soigneusement noté les conditions de l'expérience.

Enfin, VINCENS a reproduit expérimentalement sur les Abeilles une maladie à *B. bassiana*. Cet auteur, après des travaux importants sur des mycoses des Hyménoptères dues à un *Aspergillus* (3), a été conduit à essayer ce *Beauveria* (4), car les Abeilles atteintes d'aspergillomycose ressemblaient en tous points aux Insectes attaqués par la muscardine. Il a remarqué des faits qui méritent de nous arrêter un instant.

Les spores étaient en suspension dans du miel épais, réparti sur de l'étoupe, à travers laquelle l'Abeille devait sucer sa nourriture. La possibilité d'infection par contact était ainsi réduite. Du troisième au sixième jour l'expérimentateur obtient la mort de tous les individus. A la dissection, il constate des amas mycéliens dans la cavité générale. Le tube digestif en est rempli, à un point tel que l'intestin grêle est parfois obstrué. L'estomac seul est indemne. Avec VANEY et CONTE, VINCENS affirme l'entrée du parasite par voie digestive ; il pense même que l'opinion, qui continue à subsister, de la pénétration des Champignons entomophytes à travers la paroi chitineuse, est la cause des insuccès que l'on observe dans les essais faits pour détruire les insectes nuisibles.

A mon avis, VINCENS va beaucoup trop loin en généralisant de la sorte. Mon étude de *Beauveria effusa* me permet de conclure de toute autre façon, en ce qui concerne cette espèce vis-à-vis du Doryphore et du Ver à soie. Il n'en est pas moins vrai que sa technique précise ne peut prêter à objection, et que le mode de pénétration par voie digestive est indéniable dans le cas de *B. bassiana* employé chez les Abeilles.

Pour en finir avec cette question d'historique, BEAUVERIE (5) nous apprend que *B. bassiana* est une espèce très cosmopolite et qu'elle a été signalée non seulement en Europe (Allemagne, Russie, Hollande, Hongrie et tous les pays où on cultive le Ver à soie), mais encore en Indo-Chine. Dans cette contrée, si la Muscardine se développe, c'est l'annonce d'une bonne année de récolte. Un dicton l'indique clairement :

« Il y a des muscardines, donc tout va bien ».

Réduite en poudre fine et absorbée avec un peu d'eau et de thé, ce serait

(1) Dr F. SCHWANGART, *Revue de Zoologie agricole*, 1912, no 3-4.
(2) *Comptes Rendus Acad. d'Agric. de France*, 28 novembre 1923.
(3) VINCENS, Sur l'Aspergillomycose des Abeilles (*Comptes Rendus Acad. Sciences*. Paris, t. CLXXVII, 1923, p. 540-541).
(4) VINCENS, Sur une muscardine à *B. bassiana* (Bals.) Vuill. produite expérimentalement sur des Abeilles
(5) BEAUVERIE, *loc. cit.*

même un excellent remède contre la méningite infantile et l'épilepsie (1).

Comme pour le *Beauveria densa*, j'ai pu instituer, grâce à M. Le Moult dont j'avais reçu un tube de culture, la même série d'essais sur le Doryphore. L'échec fut presque aussi complet.

Le *Beauveria bassiana* peut vivre en saprophyte dans les sols de notre région bordelaise. Les moyens énergiques, par piqûre ou arrachement de l'aile, nous ont permis de contaminer des insectes. Mais aucun des procédés que l'on puisse mettre en œuvre dans la pratique ne nous a donné de résultat. Voyant les réussites de quelques auteurs, j'ai pensé que ma culture n'était pas assez virulente. J'ai contaminé alors, facilement d'ailleurs, des Chenilles de *Pieris brassicæ* et d'*Agrotis segetum*. J'ai recommencé avec ces nouvelles cultures ; rien n'y fit.

Donc pour le Doryphore, qu'il s'agisse d'adultes hivernants ou en pleine activité, de larves en train de dévorer le feuillage ou en passe de nymphose, le *B. bassiana* est nettement insuffisant pour tuer l'insecte.

Beauveria globulifera. (Speg.) Picard.

Il existe de bien légères différences entre *B. globulifera* et *B. bassiana* au point de vue botanique. Giard (2) avait remarqué la difficulté de les différencier, au microscope tout au moins. Cette espèce pousse également bien sur les divers milieux et colore en jaune sale la Pomme de terre. L'aspect de la culture est floconneux (ce qui le distingue de *B. bassiana*) sans toutefois prendre l'allure de *B. effusa*. Sur les cultures anciennes, l'aspect est comme chagriné, ridé.

A un faible grossissement on aperçoit, quand la culture est sporulée, des glomérules de conidiophores et de conidies. Celles-ci sont arrondies et ont un diamètre de 2 à 5 μ. Ces spores affectent la disposition typique que nous rencontrons chez tous les *Beauveria*, de telle sorte que Picard, en 1912 (3), eut l'idée de changer son ancien nom de *Sporotrichum globuliferum* Spegazzini et d'en faire un *Beauveria*.

Disons cependant que T.-J. Burrill (4) avait étudié le mode de naissance des conidies et nous reproduisons ce qu'il en avait dit (5).

« *Through the process of constriction and segmentation combined with repeated branching, a dense cluster of basidial cells is produced. From the apex of each of these cells there arises a single stylus or* conidiophore, *which, when about* 2*micros long produces one terminal spherical conidium*, 2,2 — 5 *micros in diameter. As*

(1) *Bulletin économique de l'Indo-Chine*, janvier-février, 1913, nº 100.
(2) Giard, *Bull. scient. du Nord de la France et de Belgique*, t. XXIV, 1893.
(3) Picard, La Teigne des Pommes de terre.
(4) Burrill in Forbes, *Seventeenth Report of the State Entomologist* on the noxious and beneficial Insects of the State Illinois (1891), p. 81.
(5) Cette citation est dans Giard : L'*Isaria densa*, 1892.

this matures the conidiophore again elongates as much as before, and again produce a terminal conidium, and this may be repeated five or more times, ultimately forming a minutely zig-zag *rachis bearing, what now appear to be alternate, lateral sessile spores...* »

Les Américains ont beaucoup étudié cette espèce pour lutter contre le *Blissus leucopterus* (Chinch-bug), Hémiptère qui ravageait leurs Céréales. Depuis 1865 on avait constaté une épidémie naturelle. Des essais d'infection furent tentés, mais il faut arriver à 1888 pour trouver les travaux de Snow. Ce dernier, dans les *Rapports de l'Université de Kansas*, nous dit qu'il est arrivé, après de très nombreuses expériences, à démontrer que, sans atmosphère humide, on n'obtiendrait que des insuccès. Il a prouvé que, dans les conditions d'humidité suffisante, le *Blissus* présente une réceptivité très grande et s'infecte à tout âge. Mais encore faut-il ne pas opérer durant l'hiver, où le Champignon ne se développerait pas sur l'insecte. Snow envoya alors des momies aux cultivateurs qui devaient, en retour, lui fournir des rapports détaillés. Dans l'Illinois, Forbes (1888-1896), et dans le Kansas Billings et Glenn (1) ont repris la méthode de Snow.

Leurs conclusions étaient loin d'être encourageantes ; ils s'aperçurent en effet que le Champignon existait déjà dans toute la région infestée, et qu'il était inutile d'en apporter des provisions nouvelles. Eux aussi purent se rendre compte qu'en passant du laboratoire à la pratique on éprouvait de grosses déceptions. Pour eux, il ne faut point songer à la destruction des Chinch-Bugs par ce moyen, qui n'intervient que comme un régulateur biologique de leur extension.

Il y eut en Algérie de gros efforts tentés pour lutter contre les insectes nuisibles avec *B. globulifera*. Le Dr Trabut publia à ce sujet des observations fort intéressantes (2), après Debray (3), professeur à l'Ecole des Sciences d'Alger, qui avait fait aussi des tentatives louables dans ce but. En 1892, désireux d'essayer les Champignons entomophytes contre les larves de *Rhizotrogus* dans la région de Tlemcen, il reçut de Giard des cultures de *B. globulifera*. On les lui avait fortement recommandées, car Forbes trouvait cette espèce plus virulente que notre *Isaria densa* pour lutter contre ces petits Hannetons. Les résultats obtenus furent concluants. Puis brusquement, en 1896, on signalait au Dr Trabut la présence du Champignon sur les Altises de cette région de Tlemcen. Le développement débutait sous les élytres et une fine efflorescence blanche apparaissait au niveau des articulations. Un deuxième foyer fut créé au début de 1898 par apport et épandage de nouvelles quantités de l'entomophyte. C'est alors que l'Institut Pasteur d'Alger prépara des cultures sur

(1) F.-H. Billings et Pressley A. Glenn, Results of the artificial use of the white fungus disease in Kansas (1911).
(2) Dr Trabut, *Revue de Viticulture*, 19 mars 1898.
(3) Debray, *Revue de Viticulture*, 1894-1897.

Pommes de terre, préalablement mises à tremper vingt-quatre heures dans de l'eau légèrement acidulée à l'acide chlorhydrique et glycérinée. On répartissait les fragments dans des assiettes creuses qu'on recouvrait d'un verre. La stérilisation se faisait à 115°. Après ensemencement et séjour à l'étuve à 25° durant six à huit jours, on obtenait un « beau duvet blanc sporulé ». Pour faciliter l'envoi, on réussit aussi à faire pousser *B. globulifera* sur des feuilles de papier buvard enduites d'une purée de Pomme de terre glycérinée.

Le Dr Trabut n'avait réussi qu'à atteindre les adultes. Dès lors il fallait les attaquer dans leurs abris. Il recommandait donc de répandre les cultures dans les haies qui avoisinaient les Vignes, ou même de planter des touffes de graminées vivaces, et il préconisait pour l'Algérie des espèces comme : *Pennisetum longistylum* ou *villosum*, *Ruppelianum*, *Andropogon muricatus*, *Amphodesmos tenax* (le dyss). Comme la contagion d'Altise à Altise est grande, il avait imaginé de combiner avec cette méthode un ramassage destiné à se procurer un grand nombre d'insectes, qui étaient installés dans le sol au contact de cultures, s'y infectaient, puis étaient disséminés dans le vignoble après leur momification.

Trabut introduisit l'espèce pathogène dans l'Hérault, où Picard (1), à la suite d'un hiver humide, constata une sensible diminution du nombre des Altises, sous l'action de l'entomophyte.

B. globulifera a été employé bien souvent contre les insectes ravageurs. Trabut donne une liste déjà importante de ces hôtes en 1898. La liste s'allonge chaque jour. Picard a noté ses effets pathogènes sur la Teigne des Pommes de terre en 1912, le *Cleonus mendicus* en 1913. On l'a trouvé fréquemment dans le Midi sur la Galéruque de l'Orme, en Algérie sur la *Sesamia nonagrioides*, parasite du Maïs qui vient de s'étendre dans le Sud-Ouest de la France.

Je dois, de plus, à l'obligeance de M. le Dr Maire, professeur de botanique à l'Université d'Alger, d'ajouter les noms de trois autres insectes trouvés en Algérie : un *Brachycerus*, un *Strophosomus* et *Mantis religiosa* .

Devant pareille abondance de travaux, et surtout voyant le nombre d'Insectes différents attaqués, nous pensions pouvoir contaminer le Doryphore avec ce Champignon. Au mois d'avril 1923 nous recevions de M. Le Moult une belle culture. Or ce fut, comme avec les deux précédentes espèces, un insuccès complet. A deux reprises différentes cependant, des insectes sous les élytres desquels j'avais placé des spores, moururent envahis. Mais ce fut une réussite isolée qui ne devait pas se renouveler. Comme Trabut l'avait déjà fait remarquer, le développement de cette espèce est très lent : mes 5 sujets envahis ne le furent que dans un laps de temps oscillant entre seize et vingt-cinq jours. Au reste, tandis que cet auteur obtenait en six jours des cultures

(1) Picard, Les Champignons parasites des Insectes et leur utilisation agricole (*Ann. Ecole Nat. d'Agriculture de Montpellier*, 1914).

sporulées, à une température constante de 25°, j'ai pu me rendre compte qu'il fallait, à la température du laboratoire (12-15°) à Bordeaux, plus de vingt jours pour avoir des spores.

Beauveria effusa. (Beauv.) Vuillemin.

Beauverie (1) en 1911 créa cette espèce nouvelle d'après les formes qu'il avait rencontrées sur un Ver à soie remis par Conte. Elle fut depuis trouvée, mais assez rarement, semble-t-il, par Le Moult sur des Vers blancs de la Mayenne et de l'Orne (2), par Picard sur la Teigne des Pommes de terre (3). Enfin on essaya aussi son action sur la Cochylis et l'Eudémis (4).

Beauverie a parfaitement décrit ce Champignon au point de vue botanique. C'est à son travail que nous allons emprunter les renseignements suivants, que j'ai moi-même pu vérifier un à un.

A un faible grossissement, l'aspect est semblable à celui de *Beauveria bassiana* : un feutrage mycélien au milieu duquel se voient des glomérules, des amas de spores (Fig. 6-7).

A un fort grossissement, la différenciation des deux espèces n'est pas plus facile. Jeunes, les conidies sont ovoïdes, mais elles ne tardent pas à prendre une forme globuleuse. Elles oscillent entre 2 et 4 μ. Les phialides sont assez souvent déformées et peuvent ressembler à un filament végétatif. Beauverie, Vuillemin (5) l'ont déjà constaté. Il n'est plus besoin d'insister sur la position qu'affectent les spores sur un filament conidifère en zig-zag.

Quant au mycélium, il fournit des ramifications qui naissent à angle droit sur le filament principal et sont souvent disposées en verticilles.

Les différences essentielles qui permettront de séparer ces deux types vont nous être fournies par la culture. Si l'on ensemence des spores de *B. effusa* dans une fiole d'Erlenmeyer contenant des cubes de Pomme de terre réunis entre eux par une mince couche de gélose coulée au fond du vase, au bout de trois ou quatre jours on voit apparaître de petites colonies mycéliennes. Dès ce moment la culture diffère de celles des autres entomophytes. Ce sont de petites houppettes de filaments ténus qui, au sixième jour, ont déjà 3 ou 4 millimètres. Au quinzième, la végétation devient floconneuse, s'élevant au-dessus du substratum de plus de 1 centimètre, pour en arriver, au bout d'un mois ou un mois et demi, à remplir parfois complètement le matras.

La comparaison de deux cultures de même âge de *B. bassiana* et de *B. effusa* ne laisse aucun doute.

(1) Beauverie, Sur une Muscardine du Ver à soie, non produite par *B. bassiana*. Etude du *B. effusa nov. spec.* (*Rapp. du Lab. d'Et. de la Soie*, t. XIV, Lyon, 1911).
(2) Le Moult, *in litt.*
(3) Picard, *loc. cit.*
(4) P. Marchal, *loc. cit.*
(5) Vuillemin, *Beauveria*, nouveau genre de Verticilliacées (*Bull. Soc. Bot. France*, t, LIX, 1912).

Durant les trois premiers jours, aucune coloration du substratum ne se manifeste; mais, le quatrième ou cinquième jour de l'ensemencement, la Pomme de terre prend une teinte rouge lie de vin très nette. A ce stade c'est une simple macule située au niveau de la houppette dont j'ai parlé plus haut. La tache va s'étendre ; elle ira jusqu'à colorer tout le cube de Pomme de terre et la gélose ambiante. Au bout de dix à douze jours, si l'ensemencement a été assez abondant, tout le substratum sera teinté. Il suffit alors de renverser le matras pour se rendre compte de ce phénomène. Cette coloration n'est pas constante : pour des raisons qui m'étaient inconnues, dans plusieurs de mes cultures le *B. effusa* ne donnait plus de couleur au substratum. Il ne s'agissait point là d'une atténuation de la virulence, car des infections tentées avec ces colonies réussissaient parfaitement.

Pour le démontrer, j'ai fait des cultures à partir d'un insecte envahi, donc des cultures actives, sans obtenir la coloration et j'ai vérifié leur valeur sur des Doryphores, qui tous moururent en peu de temps.

Jusque-là mes cultures étaient restées à la lumière, dans la partie libre d'une bibliothèque vitrée. Puis devant le nombre croissant de mes tubes et de mes matras, je fis confectionner une armoire dont la porte était un panneau plein. Je fus amené à penser qu'il s'agissait de conditions biologiques : air, lumière, humidité ou température.

Le 2 juillet 1924 j'ai inoculé un Ver à soie par piqûre au niveau d'une fausse patte abdominale. Dès le quatrième jour, j'ai trouvé dans son sang une quantité considérable de formations mycosiques qui, ensemencées dans deux fioles d'Erlenmeyer avaient donné un abondant mycélium. Une culture était restée sur ma table ; l'autre avait été placée dans l'armoire en question. Seul le matras exposé à la lumière donnait la coloration lie-de-vin.

Le 20 juillet 1924, j'ai ensemencé deux séries de tubes à Pomme de terre : une série (4 tubes) à partir d'une vieille culture du 16 août 1923, l'autre série (4 tubes) avec du sang d'un Ver à soie infecté artificiellement. Deux tubes de chacune des séries restent sur ma table ; à mesure que la végétation apparaît, la coloration se développe. Les autres, placés dans l'armoire, donnent un beau mycélium non coloré.

Ainsi donc, qu'il s'agisse de cultures anciennes ou récentes, la lumière et l'air jouent un grand rôle, la question de virulence n'intervient pas.

J'ai déjà dit que le matras, ou le tube, pouvait être empli presque complètement par le mycélium au bout d'un mois à un mois et demi. Mais déjà, avant cette époque, on voit apparaître soit contre le verre, soit contre le substratum lui-même, dans les endroits les moins aérés et les moins bien placés, au point de vue physiologique, des amas pulvérulents. La sporulation se fait.

Plus tard les filaments mycéliens s'affaissent quand le milieu s'appauvrit ; ceux qui sont trop loin du substratum finissent même par se dessécher et mourir. Le bel éclat neigeux de la culture disparaît. Une teinte grisâtre légè-

rement rosée, ou brun clair, remplace sa blancheur immaculée. Tout s'effondre enfin, une fine poussière se détache dès qu'on secoue le vase. Les parties végétatives ont disparu, les amas conidiens seuls persistent.

Beauveria effusa se développe bien en bouillon. Une formule qui n'est qu'une variante des bouillons de viande utilisés en bactériologie nous a toujours donné d'excellents résultats. En voici la recette :

Prendre 1 kilogramme de viande soigneusement dégraissée, la hacher finement et la mettre dans 1000 grammes d'eau jusqu'à début de putréfaction. Il faut même pousser un peu loin cette opération et ne pas hésiter, malgré l'odeur désagréable qui se dégage, à laisser la viande 36 heures en été et jusqu'à 48 heures en hiver. Après ébullition durant un quart d'heure, on filtre dans un linge et on exprime.

On ajoute alors 60 grammes de glycérine, 5 grammes de sel marin et on sature en partie l'acidité avec du carbonate de soude au dixième. Mais il ne faut pas arriver à complète saturation, car cette acidité légère du bouillon nuit au développement des bactéries et ne gêne en rien le Champignon. On arrive ainsi à se débarrasser des impuretés qui ne manquent pas sans cela d'être abondantes.

On porte à l'autoclave à 115° durant un quart d'heure. Il ne reste plus qu'à filtrer, à répartir en tubes, et à stériliser à 110° durant vingt minutes.

Ce bouillon va nous permettre de différencier *B. densa* et *B. effusa*. Déjà au point de vue microscopique la distinction est facile : les spores ovoïdes de la première espèce ne sauraient être confondues avec les formes jeunes des conidies de *B. effusa*. En ce qui concerne les cultures, *B. densa* colore aussi la Pomme de terre en rouge. La coloration n'est point la même. Mais encore faut-il des termes de comparaison.

B. densa ensemencé sur pareil bouillon va lui communiquer une teinte rouge sang au début, puis rouge très foncé par la suite, cependant que *B. effusa* le colore en jaune clair, et que *B. globulifera* le rend citrin.

Si on dépose les conidies de *B. effusa* à la surface du liquide, on verra les hyphes grimper le long du verre, et une partie des filaments formera un véritable bouchon de mycélium dense au contact du bouillon.

Mais si on oblige les spores à se développer au sein du liquide par une agitation fréquente, par exemple, rien ne germe en surface et, à l'intérieur du milieu on voit de petites sphérules transparentes, hyalines, formées de mycélium et d'éléments reproducteurs. Il y a bien formation de conidies, mais on trouve des arthrospores en quantité considérable par suite de l'adaptation du mycélium à la vie dans un milieu liquide. Ces cellules du thalle, isolées, poussent très facilement sur la Pomme de terre et donnent à nouveau la forme typique du Champignon.

Les cultures en gouttes suspendues furent effectuées avec des lames creuses. J'ai employé le bouillon ou l'eau glycérinée. On peut ainsi étudier la germination des spores et suivre la formation des conidies.

Au mois d'octobre de 1922, année des grands ravages du Doryphore de la Pomme de terre en Gironde, en recherchant dans le sol les individus qui s'y

étaient enfoncés pour y passer l'hiver, le personnel de la Station entomologique recueillit au Taillan un individu momifié présentant des efflorescences mycéliennes au niveau des articulations des pattes et de l'insertion des élytres, ainsi qu'entre la tête et le corselet. Placé sous une cloche, sur un lit de sable humide, il ne tarda point à se revêtir complètement d'une épaisse toison blanche, ne respectant que la surface des élytres, polie et rayée de noir sur fond jaune. Ce fut le point de départ de nos cultures.

Par la suite, à cinq reprises différentes, nous avons rencontré dans la nature des hivernants attaqués de la sorte. Ce chiffre paraîtra peut-être faible. Mais qui s'est livré un grand nombre de fois à la recherche patiente de l'insecte dans le sol durant l'hiver se rend vite compte que le nombre des individus que l'on récolte ainsi est minime. J'ai eu aussi plusieurs fois l'occasion de trouver des larves et des nymphes momifiées.

Disons que la détermination du Champignon ne fut pas facile. Grâce à M. Fron, qui voulut bien nous indiquer l'ouvrage de Beauverie, nous avons pu le rapporter à *B. effusa*.

En dehors de ces rencontres fortuites d'individus contaminés, nous avons pu faire de nombreuses constatations au laboratoire.

Pour les observations biologiques, un grand nombre d'individus hivernants étaient conservés à la Station entomologique dans de vastes cristallisoirs. La terre où ils s'enfonçaient avait été recueillie sur les lieux mêmes où l'invasion battait son plein, à Auquin (commune du Pian) et au Taillan. C'était un sol sableux, très léger, mais riche cependant en matières organiques. La région, en effet, est un lieu de cultures maraîchères où les engrais ne sont pas ménagés.

La mortalité naturelle dépassa durant l'hiver 60 p. 100 dans certains récipients. Fut-elle due uniquement au *Beauveria effusa*? Nous ne saurions le dire, car plusieurs insectes mouraient desséchés et, mis en milieu humide, ne donnaient point les efflorescences caractéristiques. Mais j'ai noté plusieurs fois les chiffres énormes de 40 à 50 p. 100. La difficulté était en effet de maintenir dans ces pots ou cristallisoirs l'humidité optima. Quelquefois la dose d'eau était trop élevée et c'était un véritable désastre.

Peut-être pourra-t-on dire que l'infection du sol était due à un insecte contaminé en plein champ, qui, installé dans sa nouvelle demeure, mourait en propageant la maladie. Mais devant la difficulté que nous avons éprouvée à tuer par *Beauveria* des adultes en activité, nous ne pouvons adopter cette manière de voir. D'autant plus que le germe pathogène se développait aussi sur des insectes mis à part, issus de la dernière génération larvaire obtenue au laboratoire. Le Champignon existait donc dans le sol des régions attaquées, et en grande abondance. Ce qui le prouve c'est que, ayant maintenu dans des tubes, bouchés avec du coton cardé, de la terre d'Auquin et du Taillan, dans des conditions d'humidité constante, j'ai relevé parmi les Champignons qui naissaient sur les matières organiques le *B. effusa*.

Tout près de nous encore, on avait organisé une expérience, en octobre 1924, destinée à savoir à quelle profondeur l'insecte pouvait s'enfoncer. Dans un grand pot de fleurs, un tuyau de poêle à large ouverture avait été installé : il était fermé à son extrémité inférieure par une toile métallique et à son extrémité supérieure par un couvercle de même toile. Le tout avait été rempli de terre et installé dans le jardin de la Station. Pour éviter la gelée, le tuyau de poêle était entouré de paille. Les Doryphores placés là s'enfoncèrent rapidement. Mais quelques jours après, visitant l'appareil j'en recueillis un certain nombre en surface, complètement recouverts de la moisissure caractéristique. On s'aperçut par la suite qu'on avait mélangé par erreur à la terre qui emplissait le tuyau (elle-même recueillie en 1923) le contenu de cristallisoirs ayant servi les années précédentes. On retrouva en effet des débris d'élytres, et de corselets d'autres Doryphores morts depuis déjà longtemps. D'une année à l'autre les spores conservent donc leur virulence.

On voit par là que le *Beauveria effusa*, Mucédinée qui a été assez rarement rencontrée dans la nature, a manifesté vis-à-vis de l'insecte américain, récemment introduit, un parasitisme intense. D'autre part, la faculté germinative des spores et leur virulence peuvent se conserver d'une année à l'autre. Voilà ce que nous apprenaient ces constatations. Nous devions consulter les entomologistes américains qui ont beaucoup étudié le fléau, afin de savoir ce qu'ils avaient observé au point de vue des parasites végétaux de cette Chrysomèle. M. CHITTENDEN, du Bureau d'Entomologie de Washington, dans une lettre à M. Feytaud écrivait : « En ce qui concerne la question des *Isaria* parasites de cet Insecte (*Leptinotarsa decemlineata*), je ne possède pas de document. Aussi loin que je puisse me souvenir, il n'y a pas de Champignon parasite qui ait quelque valeur... » Donc en Amérique, le Doryphore qui exerce ses ravages depuis près d'un siècle, n'avait pas rencontré d'ennemi Champignon. A peine arrivé en France, une espèce fungique l'avait attaqué.

J'ai possédé à la Station entomologique une fort belle collection de cultures de tous âges et de provenances diverses. Repiquages nombreux du premier mycélium observé, ensemencements au fur et à mesure des trouvailles ou des passages sur d'autres insectes, me permirent de multiplier les observations et de faire varier les divers facteurs. Les résultats furent très encourageants. J'ai rapidement abandonné le système de la piqûre ou de la souillure d'une plaie faite par arrachement d'un appendice, qui provoquait une mort rapide en six ou huit jours.

J'ai aussi laissé de côté le moyen qui consistait à saupoudrer de spores les adultes ou la nourriture qui leur était offerte, car je n'eus jamais aucun résultat de cette façon. J'attaquais l'adulte durant son séjour dans le sol. J'opérais dans des cristallisoirs contenant 1 kilogramme de terre. Je choisissais une culture bien sporulée ou un insecte mort envahi depuis quelque temps déjà et non plus recouvert de la fine efflorescence blanche, mais d'un enduit

grisâtre et pulvérulent indiquant qu'un grand nombre de conidies étaient formées.

Après bien des tâtonnements j'étais arrivé à établir trois systèmes :

1° La culture (un morceau de Pomme de terre de 2 centimètres cubes environ, ou un insecte momifié) est broyée avec de la terre et mélangée intimement à elle dans un mortier.

2° Une couche de sol ainsi préparé, de 1 centimètre à 1cm,5 d'épaisseur est intercalée entre deux couches plus épaisses de terre stérilisée (préalablement portée à haute température dans un récipient en fer). Il y a ainsi une zone dangereuse que l'insecte doit traverser pour aller plus profondément.

3° Les spores sont répandues en surface, soit par division du cube de Pomme de terre en fines parcelles, soit par pulvérisation des spores en suspension dans un peu d'eau.

Tantôt le milieu était humide, tantôt il était sec ou plutôt non arrosé. Enfin des témoins servaient de termes de comparaison.

Les Doryphores installés dans les cristallisoirs étaient, aux mois de septembre et d'octobre, des insectes qui, ayant cessé leur vie active, s'enfonçaient dans le sol ; plus tard, durant tout l'hiver et jusqu'au mois d'avril ou mai, des hivernants tirés de leur sommeil. Je ne consignerai pas ici le détail des nombreuses expériences effectuées durant plus de deux ans. Je n'en dégagerai que les conclusions.

Dans les meilleures conditions (dispositif 1, milieu humide), j'ai eu, en trente-cinq, quarante jours, une mortalité de 100 p. 100 en moyenne, ainsi répartie : 50 p. 100 dans les douze à quinze premiers jours, 70 p. 100 vers le vingtième. Les derniers mouraient plus irrégulièrement et je dus quelquefois attendre quarante-cinq jours pour les voir périr.

Partout ailleurs, je comptais sur 75 p. 100 de mortalité durant le même laps de temps (2° et 3°). Les 50 p. 100 n'étaient atteints qu'au bout de vingt à vingt-cinq jours. Cela en milieu humide.

Mais l'expérience réussit aussi en milieu sec ; le fait est des plus intéressants : j'ai eu, dans ce dernier cas, jusqu'à 40 p. 100 en trente-cinq, quarante jours.

Ces chiffres, bien entendu, ne sont que des moyennes destinées à fixer les idées. Il m'est arrivé, à deux reprises différentes, sur dix insectes, d'observer la mort totale en quinze et seize jours. S'il en a le temps, l'insecte envahi remonte à la surface, où il erre durant deux ou trois jours, puis meurt. Déjà le lendemain, au niveau de l'insertion des élytres, apparaissent de fines hyphes. On les voit ensuite au niveau de l'union de la tête et du corselet ; puis les pattes se prennent et, au bout de huit jours, le Doryphore n'est plus qu'une boulette de coton blanc ; seules les élytres tranchent encore, reposant d'ailleurs sur un épais coussinet mycélien. Enfin quinze jours après la mort, les spores, ayant apparu depuis déjà quelque temps, ont transformé la petite

masse blanc pur, puis rosée, en un amas grisâtre, pulvérulent, se détachant avec facilité.

La larve du Doryphore, après sa troisième mue, possédant suffisamment de réserves et ayant atteint sa taille maxima, va descendre dans le sol pour y effectuer sa nymphose. C'est à ce moment-là surtout qu'il faudra tâcher de l'atteindre. Des expériences de saupoudrage de la nourriture offerte, avec un liquide contenant en suspension des spores (eau, eau glycérinée) n'ont pas donné de résultats. Je ne veux point nier ici l'infection par voie digestive (bien que je n'aie pas eu davantage de succès avec les adultes par ce même procédé), mais il est permis de songer que la larve déploie une telle activité physiologique qu'elle lutte efficacement contre l'infection. Je vais prendre comme exemple une expérience entre bien d'autres :

Le 13 juillet 1923, 20 larves jeunes sont installées sur un morceau de tige de Pomme de terre adapté au goulot d'une ampoule Richard. La pulvérisation est faite abondamment avec de l'eau contenant en suspension des spores. On a pris pour cela un cube de Pomme de terre de 1^{cc},5 supportant une grosse quantité d'organes reproducteurs. La culture date du mois de mars 1923. Quand l'eau est évaporée, on installe les larves. Elles sont âgées de cinq jours à peine.

Durant cinq jours elles sont nourries avec semblable provende, qui tous les jours est nettement dévorée. On leur offre ensuite jusqu'au 30 juillet des feuilles indemnes. C'est à ce moment qu'elles entrent dans le sol pour s'y nymphoser. 4 sont mortes pendant l'expérience, mais cette mortalité est de l'ordre de celle qu'on observe chez les témoins.

Dix jours plus tard, il apparaît 16 adultes qui, élevés pendant près d'un mois isolément, n'ont point été attaqués.

Dans une expérience de ce genre, l'ingestion n'était cependant pas le seul moyen de contamination. L'abdomen dodu de la larve frottait suffisamment sur la feuille pour que le contact ait souillé ses téguments. Cependant nous avons fait divers essais de saupoudrage direct de la larve pour écarter tout soupçon. L'insuccès fut aussi complet que précédemment.

Dans nos élevages, jamais nous n'avons vu de larves, dans la période où elles dévorent avec avidité la feuille de Pomme de terre, être envahies. Cependant dans la nature, après des périodes pluvieuses principalement, il nous est arrivé de rencontrer sur le sol ou à faible profondeur des larves contaminées. Probablement avaient-elles été attaquées dans le sol et étaient-elles remontées précipitamment au voisinage de la surface, comme je l'ai souvent observé. Mais ce n'est là qu'une hypothèse, car on peut toujours penser à des larves mortes pour toute autre raison, tombées sur le sol et envahies par des conidies de *Beauveria*, qui se serait comporté comme un saprophyte. Peut-être y avait-il des adaptations, des races biologiques?

J'ai alors recommencé mes tentatives après avoir fait des passages sur des larves qui étaient inoculées par piqûres, ou bien avec des cultures obte-

nues à partir de larves envahies naturellement. Les résultats n'ont apporté rien de nouveau.

Le meilleur moyen pour atteindre la larve est certainement celui qui consiste à lui faire effectuer sa nymphose en terrain contaminé. Mais ici, en employant les mêmes modalités que pour les adultes, nous n'avons obtenu, avec le système n° 1, qu'une proportion variant de 30 à 40 p. 100. La larve envahie meurt en sept ou huit jours après l'ensemencement. Quelquefois elle atteint le stade de nymphe. Souvent elle tente de remonter au voisinage de la surface. C'est là d'ordinaire qu'on la retrouve, les courtes pattes englobées dans des filaments mycéliens. Si elle n'est pas morte au huitième jour, elle se transforme totalement.

Les systèmes 2 et 3 ont donné une moyenne de 10 à 15 p. 100 à peine en huit jours.

En milieu sec, nous n'avons rien obtenu en ce qui concerne les larves.

Les indications qui se dégagent de nos expériences sont les suivantes :

1° Le *Beauveria effusa* tue le *Leptinotarsa decemlineata* adulte durant son hivernage dans le sol. Dans certains terrains, non ensemencés préalablement, de la région girondine, on a observé, au laboratoire, une mortalité pouvant aller, pendant les six mois d'hiver, à 50 p. 100. Cela ne veut pas dire que 50 p. 100 des insectes meurent dans la nature, car, dans les conditions de l'observation, les Doryphores étaient massés en espace restreint ; l'infection de quelques-uns d'entre eux gagnait les autres.

Si l'on ensemence richement le milieu, et si l'humidité y est maintenue constante, on obtient 50 p. 100 en quinze jours, et l'on peut arriver à 100 p. 100, en trente-cinq à quarante jours.

En milieu sec on observe aussi une mortalité appréciable, mais qui n'atteint jamais plus de 40 p. 100 dans le même laps de temps.

Les adultes ne sauraient être contaminés durant la période d'activité.

2° Les larves, ayant un court séjour à passer dans le sol (douze à quinze jours), sont plus difficiles à atteindre. Là aussi on obtient, dans les meilleures conditions, une mortalité de 35 à 45 p. 100 en sept ou huit jours, et de 10 à 15 p. 100 si on emploie les systèmes 2 et 3. Comme pour les adultes, l'infection par voie digestive semble ne pas se produire.

Aucun cas de réussite en milieu sec.

D'après ce que j'ai observé, il semble démontré que l'introduction du Champignon dans l'organisme de l'insecte s'effectue par pénétration à travers les téguments. Malgré de nombreux examens des humeurs, faits au moment où l'on pensait le Doryphore infecté, je n'ai pu suivre l'évolution de la mycose.

La première manifestation du malaise de l'insecte est son apparition à la surface. Elle ne se produit pas toujours. Mais souvent on le voit errer, chancelant, rebuté par les aspérités du sol, qu'il évite. Il se blottit durant de longs moments sous une motte de terre pour repartir et recommencer ce manège

plus loin. A ce moment, si on enlève l'aile et si on l'étale sous le microscope, on voit dans les fins vaisseaux qui la parcourent un riche réseau mycélien. Cela nous explique que le mycélium, se faisant jour au niveau de l'articulation entre aile et métathorax, doit apparaître tout d'abord en ce point.

Cette constatation était à rapprocher de l'observation que H.-A. HAGEN (1) a signalée dans un de ses mémoires et qui serait due à BURNS. En aspergeant des *Leptinotarsa decemlineata* avec une émulsion de levure de bière, BURNS avait remarqué que les insectes mouraient entre le huitième et le douzième jour. Or le Champignon se retrouvait dans les vaisseaux de l'aile.

Je sais bien que GIARD (2) a nié, avec quelque raison d'ailleurs, ce fait d'avoir tué des Doryphores avec de la levure de bière. Il pense qu'il s'agit là d'une erreur de détermination et qu'on a employé une forme de Champignon entomophyte.

Le fait cependant devait être signalé.

Dans un cas, au mois d'octobre 1922, M. MONTEIL, préparateur à la Station entomologique, étudiant des ailes de Doryphore, me remit un échantillon

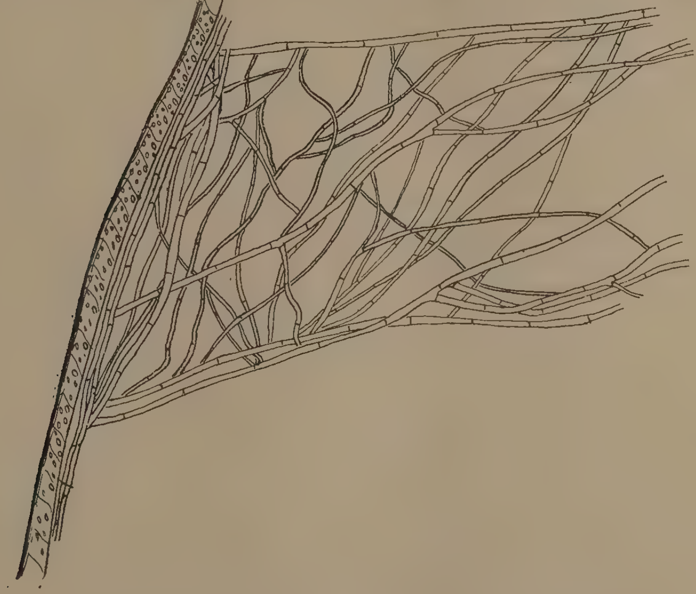


Fig. 8. — Feutrage mycélien de *B. effusa* à l'intérieur de l'aile d'un Doryphore (simplifié).

prélevé sur un individu qui paraissait sain, et qui montrait un fin reticulum mycélien courant entre les deux lames chitineuses. Je pensais déjà au Champignon parasite que je suivais depuis quelques jours (Fig. 8). L'individu ainsi attaqué, placé sous une cloche, avec une coupelle contenant de l'eau pour le

(1) H.-A. HAGEN, Destruction of obnoxious insects by application of the yeast fungus, 1879.
(2) GIARD, *Bull. Sc. de France et de Belgique*, t. XX, 3e série, 1889.

maintenir en atmosphère humide, ne tarda pas à mourir. Des efflorescences blanches se montrèrent. Quand la sporulation eut lieu, j'ensemençai et la culture confirma mon hypothèse.

J'ai essayé alors, à diverses reprises, l'introduction de spores sous l'étui rigide des élytres. Le contact était ainsi exagéré, et j'ai bien souvent, dans ces conditions, réussi à infecter les adultes. Mais cela n'allait pas plus vite que si le Doryphore n'avait pas subi cette opération préalable. Ayant ainsi constaté que le premier terme visible de l'infection était l'envahissement de l'aile, je fus amené à grouper autour de ce fait d'autres observations.

Déjà, à la Station entomologique, nous avions remarqué certains individus qui présentaient au niveau de l'aile, soit en son centre, soit à l'extrémité distale, des kystes, faisant saillie hors des élytres, et contenant un liquide orangé pâle, quelque peu semblable, quant à l'aspect, à cette sorte de bave qui sourd de la bouche de l'insecte quand il est tracassé. Une fois même c'est à l'intérieur de l'élytre, chez un adulte tout nouvellement transformé, que j'ai trouvé un énorme kyste qui boursoufflait cet organe et donnait au gracieux insecte une allure ridicule. L'examen direct du liquide de ces kystes au microscope ne nous a rien appris. Quelques phagocytes s'y trouvaient cependant. J'ai ensemencé alors sur divers milieux.

Elytre ou aile étaient soigneusement lavés à l'alcool à 80° ou à l'éther, de façon à éviter toute cause de contamination provenant de leur surface. A l'aide d'une pipette stérile finement effilée le prélèvement était effectué. Ma surprise fut grande lorsque, dans quatre cas sur six, la culture montra un Champignon, que je n'eus pas de peine à identifier avec *Beauveria effusa*. Il s'agissait donc là d'une infection atténuée ; c'était une réaction de défense de l'insecte. Je finis alors par comprendre pourquoi il m'avait été impossible de tuer des adultes en pleine période d'activité. Probablement le Champignon pénètre-t-il dans l'organisme (il n'y a pas de raison pour qu'il ne le fasse pas), mais l'insecte bien défendu prend le dessus et les kystes alaires seraient une modalité de cette lutte. A quel moment a lieu l'infection? C'est ce que nous ne savons pas. Mais il est permis de penser que, en sortant du sol où il vient de s'enfoncer, l'insecte s'est plus ou moins souillé. Peut-être même la nymphe a-t-elle été légèrement touchée par le germe pathogène et la maladie s'est ainsi transmise, atténuée.

C'est donc là une étude à reprendre et à poursuivre. Elle peut être féconde et peut servir à nous expliquer pourquoi nous ne réussissons pas à exterminer rapidement tous les insectes par leurs ennemis naturels, et la grande loi biologique que Le Dantec mit en tête d'un de ses livres : « Etre, c'est lutter ; vivre, c'est vaincre », trouve ici une fois de plus sa confirmation. Nous sommes donc en droit de nous demander si des vaccinations ne sont pas possibles, comme celles que le Dr Sergent constata chez les Sauterelles qui seraient vaccinées parfois contre le Coccobacille de D'Herelle. Ces réactions d'immu-

nité existent chez les insectes ; le beau travail de Paillot le prouve bien (1)

J'avais mis dans mes projets de poursuivre cette étude. Déjà des expériences fort intéressantes avaient été faites dans ce sens. Elles ne sont pas au point aujourd'hui et je suis tombé en plein domaine d'hypothèses.

Pour revenir à la réalité, sur les 6 insectes porteurs de kystes, 5 guérirent parfaitement. Le sixième, celui dont le kyste était développé dans l'élytre, mourut envahi par *Beauveria*. Bien que ces observations aient besoin d'être confirmées, pour si fragmentaires qu'elles soient, elles n'en sont pas moins suggestives, et m'ont paru devoir être consignées ici. Je n'ai pas été heureux dans les coupes histologiques de l'adulte ; la chitine était par trop résistante. Quant à la larve, je ne pus réussir à saisir le moment précis d'un début d'infection. C'est alors que je m'adressai à un insecte plus maniable, le Ver à soie. Au mois de juillet 1924, nous possédions, à la Station entomologique, un bon élevage. C'était là un excellent matériel d'étude au point de vue qui nous occupait. Il était facile de suivre les progrès de la maladie et les méthodes courantes d'histologie suffisaient pour étudier l'invasion de leur organisme. Je relève une expérience entre d'autres, car elle est très suggestive.

Le 15 juillet 1924, les Vers à soie arrivaient à leur dernier âge ; ils mangeaient cependant encore avec avidité. J'en installai 10 dans un cristallisoir qui contenait un sol contaminé par *Beauveria effusa*, préparé le 15 janvier 1924 et qui m'avait déjà servi pour des expériences sur les Doryphores. La culture que j'avais utilisée datait du mois de février 1923. Le milieu était maintenu légèrement humide. Chaque jour, une branchette de mûrier portant quelques feuilles était simplement posée sur ce sol. Il était peu probable que l'infection se fît par voie buccale. En effet, le milieu étant humide, les spores n'étaient point déplacées par la manipulation qui consistait à ôter ou à renouveler la nourriture. En revanche, la Chenille se frottant sur le sol ou touchant les parois du vase était souvent en contact avec les conidies.

Au bout de quatre jours, en comparant aux témoins, on remarque que les sujets en expérience sont plus mous. Ils ne mangent plus guère. Quatre d'entre eux refusent toute nourriture et gisent sur le sol ; ils ont une teinte plombée, mélangée de rose.

Le 21, nous obtenons 6 cocons. L'un d'eux est ouvert, la chrysalide ne présente rien d'anormal. 2 des 4 Chenilles malades sont mortes. Elles sont laissées sur place. Une des deux encore vivantes est ponctionnée ; on examine son sang.

Le 23, les 2 Chenilles mortes sont momifiées ; une efflorescence blanche les recouvre. La dernière Chenille encore vivante est fixée au Bouin.

Le 24, la chrysalide mise à nu depuis trois jours est recouverte de mycélium. Les autres cocons, ouverts le 29 et dont la chrysalide sonnait à l'intérieur comme

(1) A. Paillot. — Les maladies bactériennes des Insectes (*Annales des Epiphyties*, t. VIII, 1921).

un petit caillou, nous permirent de la voir ratatinée, brun noirâtre, une mince ligne blanche délimitant chaque segment.

L'examen du sang, de la chenille ponctionnée sept jours après et coloré selon la méthode post-vitale du professeur Sabrazès, au bleu de toluidine phé-

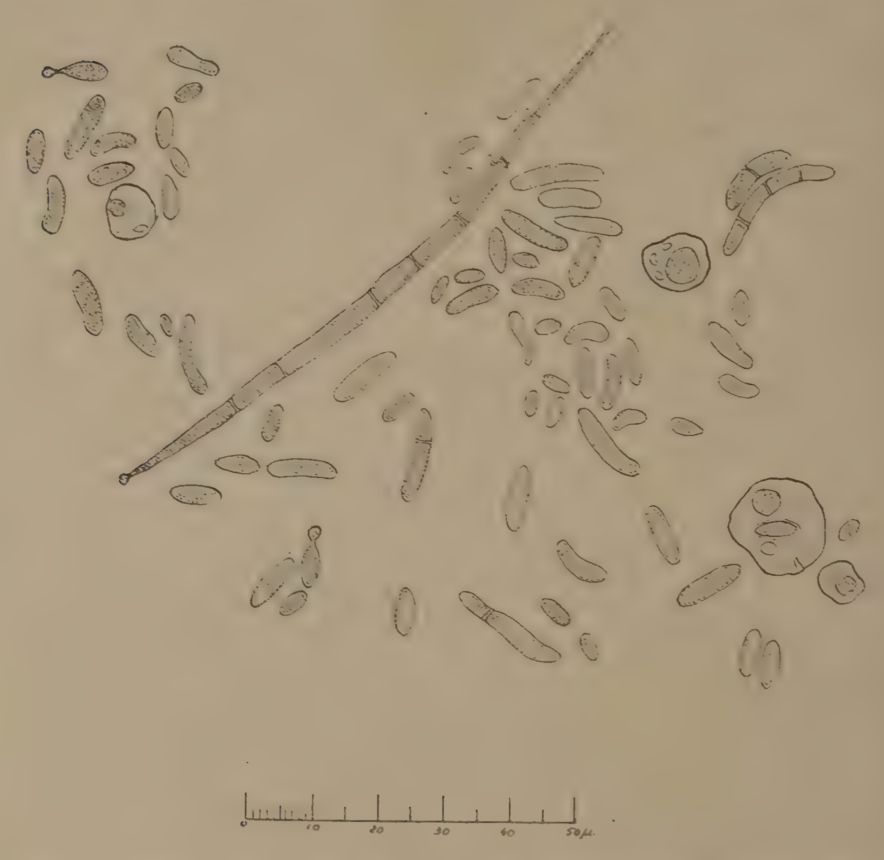


Fig. 9. — Frottis de sang de Ver à soie, 7 jours après la contamination par *Beauveria effusa* g = 1000.

niqué pour quelques frottis, au bleu de méthylène à 1 p. 500 pour d'autres, permettait de voir l'aspect que j'ai figuré (Fig. 9).

On y remarquait la quantité énorme de cellules mycéliennes, et même quelques filaments pluricellulaires. De magnifiques phagocytes avaient rempli leur rôle. Beaucoup contenaient une ou deux arthrospores ; mais l'ingestion avait été fatale à la plupart, qui présentaient des signes de dégénérescence.

Le Ver à soie fixé au huitième jour, coloré à l'hématéine-éosine et au glychémalun-éosine montrait les particularités suivantes : l'hypoderme et tout le corps graisseux étaient envahis. De loin en loin on reconnaissait encore quel-

ques cellules, mais fort touchées déjà. Seules les glandes séricigènes avaient été respectées.

Le corps tout entier était littéralement bourré de filaments mycéliens, d'arthrospores et de conidies. L'examen du dessin montrera à quel degré était arrivée l'infection. Quelques rares cellules phagocytaires existaient à ce stade. De loin en loin on en rencontrait avec leur noyau en pycnose (Fig. 10).

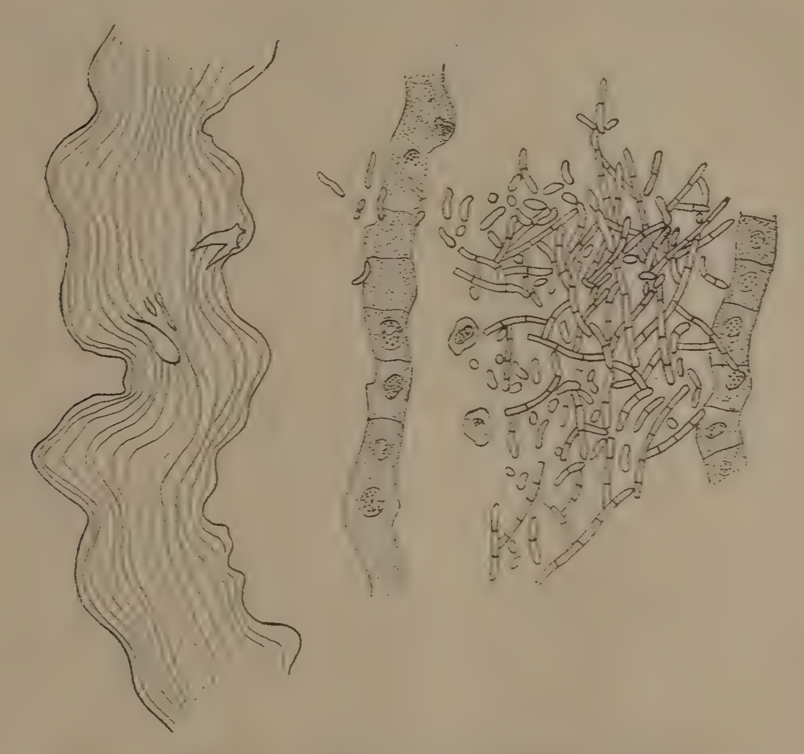


Fig. 10. — Coupe de Ver à soie au 8e jour de l'infection par *Beauveria effusa*.

Donc, ce que Picard avait vu avec *Beauveria globulifera* se retrouve ici : dans les humeurs, le Champignon donne un mycélium fragmentaire on ne trouve pas de longs filaments mais des séries de quelques cellules à peine. Tout le reste est représenté par des éléments unicellulaires.

Ce n'est que dans les tissus que le thalle sclérotial se forme et cela nous conduit enfin aux hyphes externes, donnant naissance à des conidies qui propageront l'infection. Il est facile d'infecter, avec le *Beauveria effusa*, un certain nombre d'espèces *Smerinthus populi*, *Pieris brassicae*, *Cnethocampa pityocampa*, *Sesamia nonagrioides*, *Agrotis ypsilon*. Mais je n'ai pas suivi de près l'invasion de ces Chenilles et je ne fis les expériences que pour m'assurer du peu de spécificité du Champignon étudié.

On s'étonnera peut-être de ne pas voir rapportés ici d'essais en grand contre le Doryphore de la Pomme de terre. Atteindre l'adulte ou la larve en pleine activité était un leurre. C'était même plus : cela aurait constitué un danger, car il fallait frapper vite et fort, éviter la nymphose qui « accroche » au sol un foyer, éviter aussi l'émigration par le vol (1).

Quant à s'attaquer aux hivernants, trop peu nombreux à la suite des ramassages et des traitements entrepris, les moyens de contrôle auraient manqué pour vérifier les expériences. Les difficultés qu'on éprouve à retrouver les insectes enfouis dans le sol durant l'hiver sont grandes. Il restait un moyen, celui que je me proposais d'employer avant mon départ de Bordeaux. On aurait pu confectionner des cadres rectangulaires avec quatre planches, fermer les deux parties libres par un treillage métallique fin, emplir de terre contaminée, installer des insectes et enterrer le tout en plein champ. Bien que cette manière de faire puisse prêter à objection à cause du grand nombre d'individus réunis en un espace restreint, les résultats auraient cependant été intéressants à noter.

CONCLUSIONS

L'étude des parasites végétaux des insectes, malgré les importants travaux qui ont été effectués, est encore dans l'enfance. De nombreux insuccès les ont fait rabaisser au-dessous de leur valeur par certains auteurs, tandis que d'autres les ont vantés bien au delà de ce que nous pouvons attendre d'eux.

Leur utilisation pratique est bien difficile. Il y a tant de facteurs qui interviennent ! M. et Mme Arnaud (2) ont fait un effort très louable pour essayer de déterminer les conditions de leur développement. On doit tenir compte de la résistance particulière de l'organisme auquel on les oppose. Il faut aussi se préoccuper de savoir s'il n'y aurait pas souvent une immunité acquise, par des vaccinations toujours possibles à la suite de légères atteintes. Il faut enfin bien se dire que telle ou telle espèce ne convient pas indifféremment pour infecter tous les ravageurs.

J'étais bien placé à la Station entomologique pour être prévenu des difficultés qui ne manqueraient pas de surgir lorsqu'il s'agirait d'employer une espèce parasite. M. Feytaud, averti par des recherches patientes sur les ennemis végétaux de l'Eudémis et de la Cochylis (3), savait que le laboratoire et la pratique présentent toujours, au point de vue expérimental, des différences notables. Il ne devait pas manquer de me mettre en garde et de modérer mon

(1) Pour l'étude du Doryphore : Biologie, Traitements conseillés, voir Dr J. Feytaud (*Revue de Zoologie agricole*, 1922, 1923, 1924).
Etude sur le Doryphore (*Annales des Epiphyties*, fasc. IV, 1923).

(2) *Loc. cit.*

(3) Dr J. Feytaud, Recherches sur la Cochylis et l'Eudémis dans le Bordelais (*Ann. Epiphyties*, t. I, 1912, p. 258-266).

enthousiasme. Après avoir essayé, au Château de Suduiraut, des rouleaux de toile préparés par Fron et Borrel avec *Spicaria verticilloides* Fron il écrivait : « L'essai de Suduiraut.. n'a pas fait avancer la question de l'utilisation pratique des Champignons entomophytes ». Mais cependant, confiant dans l'avenir, il ajoutait qu'il était nécessaire de multiplier les expériences pour conclure définitivement.

Et Fron (1), se basant sur les résultats obtenus par le Dr Borrel dans l'Aude, par Paillot en Bourgogne, et par Feytaud en Gironde, disait lui aussi qu'il fallait « apporter une grande réserve à l'idée de faire passer à la pratique viticole une méthode de lutte contre la Cochylis et l'Eudémis reposant sur le développement des entomophytes. » Mais il ne se croyait pas autorisé à généraliser après une trop courte durée d'expérimentation.

Dans mon travail je n'ai point envisagé la question de cette utilisation pratique. J'ai voulu, après avoir résumé ce que nous savions à l'heure actuelle des *Beauveria*, parasites des insectes, faire connaître le *Beauveria effusa* et indiquer comment il se comportait vis-à-vis du Doryphore. J'ai montré que les conidies de ce Champignon doivent exister abondamment dans les sols de la Gironde, qu'elles semblent pénétrer à l'intérieur des insectes à travers les téguments et que le premier organe dont l'examen peut nous renseigner sur l'état d'infection est l'aile. Les kystes alaires, dénotant une attaque atténuée, m'ont amené à penser qu'il y aurait peut-être des réactions d'immunité pouvant se produire vis-à-vis des Champignons, comme Sergent et Paillot en ont décrit vis-à-vis des bactéries.

Enfin l'étude de l'évolution de la maladie chez le Ver à soie m'a permis de confirmer ce que Giard avait déjà entrevu, et ce que Picard avait démontré pour d'autres espèces.

(1) G. Fron, *Ann. Epiphyties*, 1912, pp. 372-378

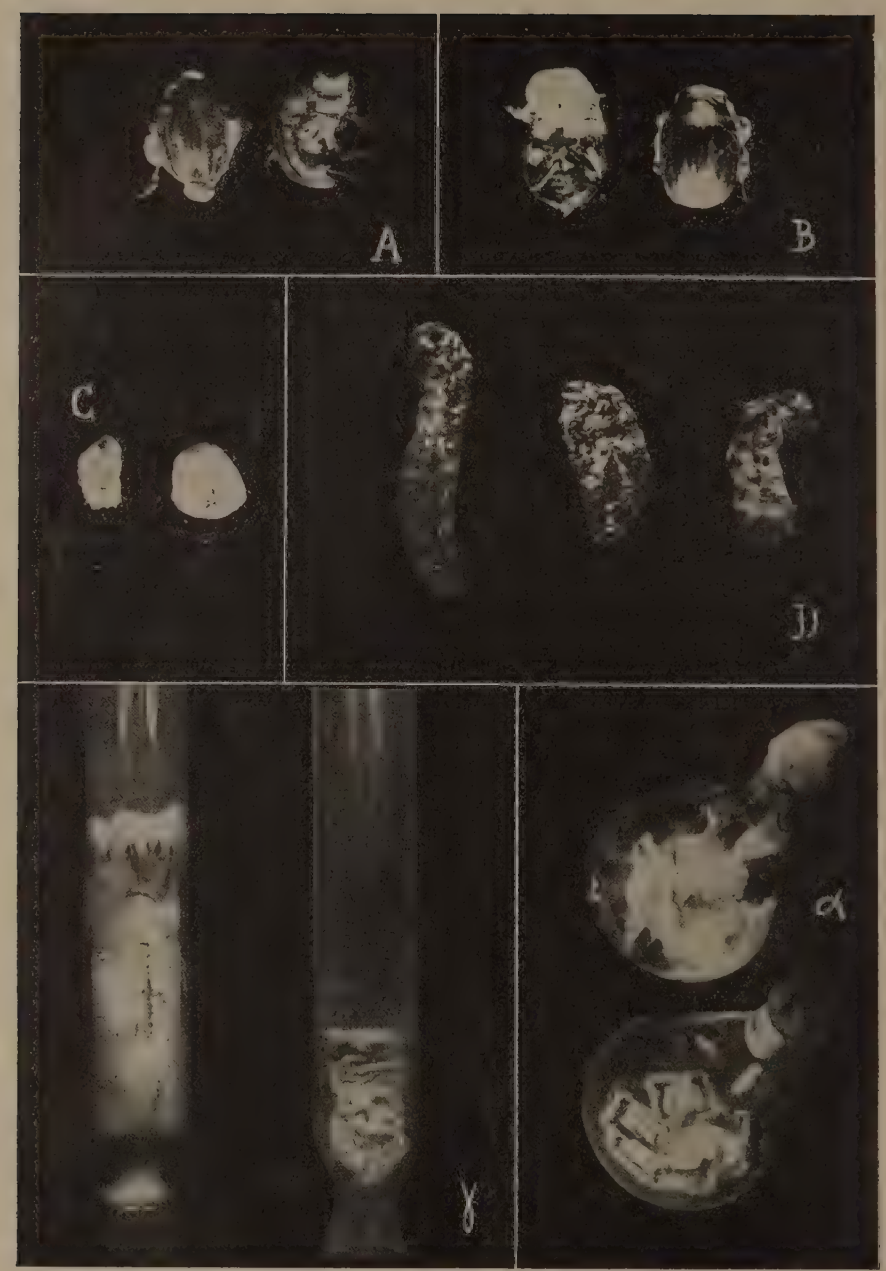


Photo. P. Ramadier.

A.-B. — Doryphores adultes envahis par *Beauveria effusa* (grossis 2 fois).
C. — Larve et nymphe de Doryphore envahies par *Beauveria effusa*.
D. — Vers à soie envahis par *Beauveria effusa*.
α. — Comparaison de deux cultures de même âge (8 mois et demi) de *Beauveria effusa* (en haut) et de *Beauveria bassiana* (en bas).
γ. — Comparaison de deux cultures de même âge (4 mois) de *Beauveria effusa* (à gauche et de *Beauveria globulifera* (à droite).

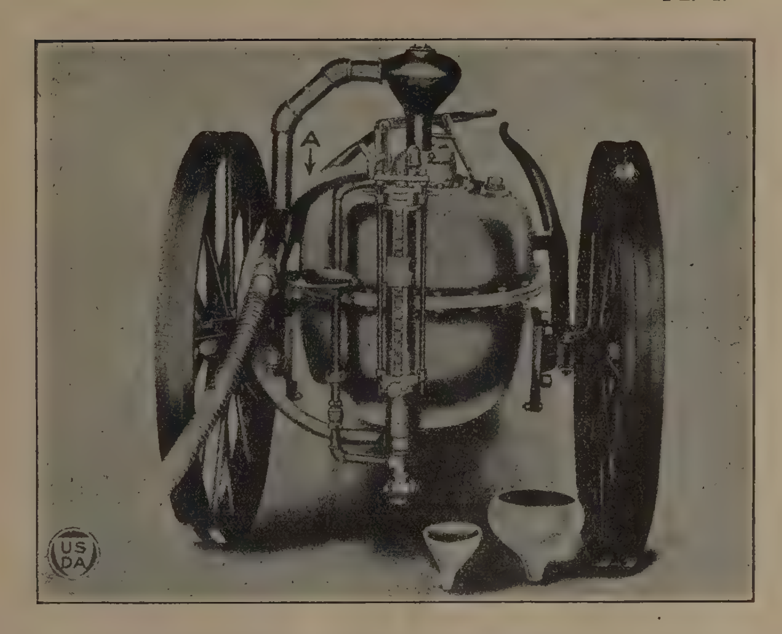


Fig. 1. — Une machine à fumigation dans laquelle le gaz cyanhydrique est produit en partant d'une solution de cyanure de sodium. Le réservoir inférieur contient un mélange par parties égales d'acide sulfurique et d'eau. Le réservoir supérieur contient la solution de cyanure.

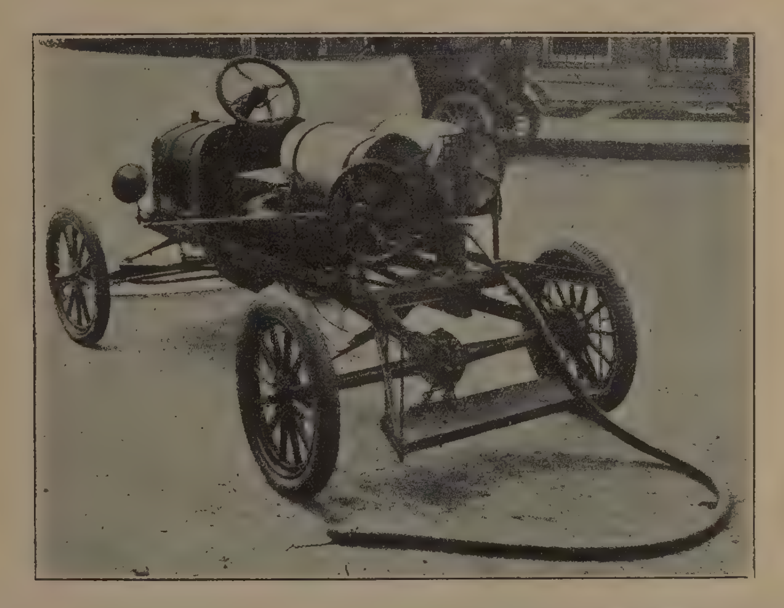
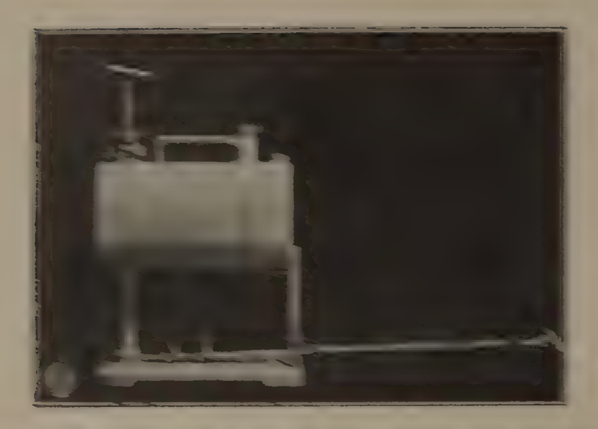
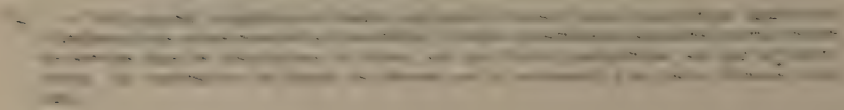
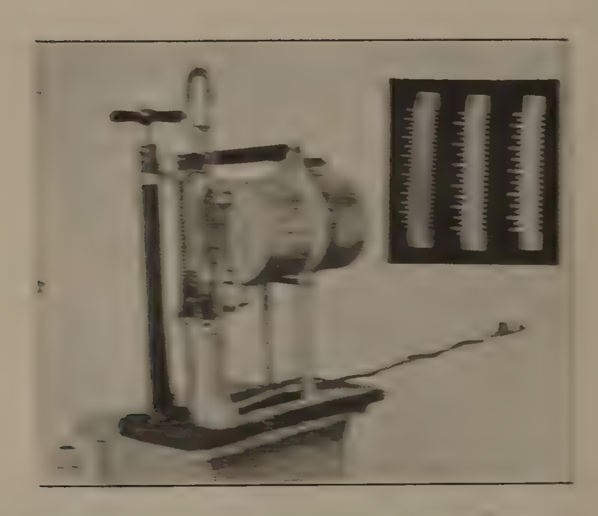


Fig. 2. — Machine spéciale pour vaporiser l'acide cyanhydrique liquide. La chaleur, nécessaire à une vaporisation rapide, est fournie par la combustion d'un mélange des gaz évacués par le moteur et d'air.

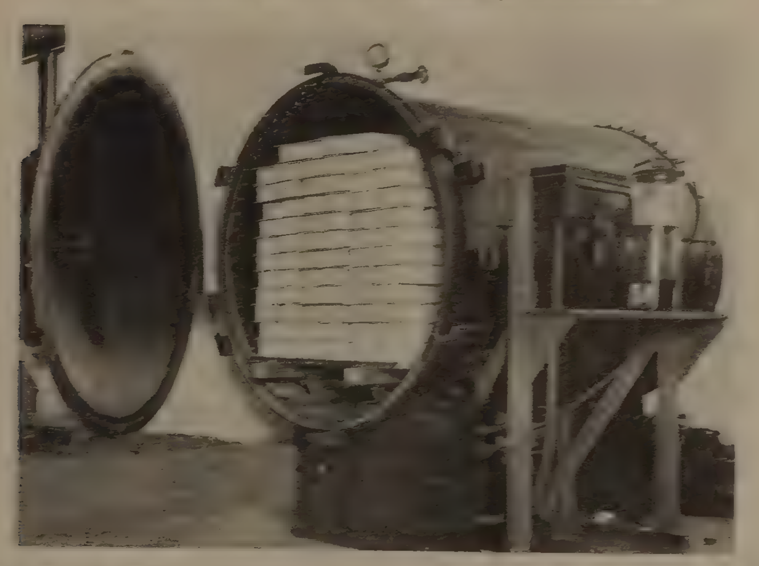






[illegible]

[illegible]



[illegible]

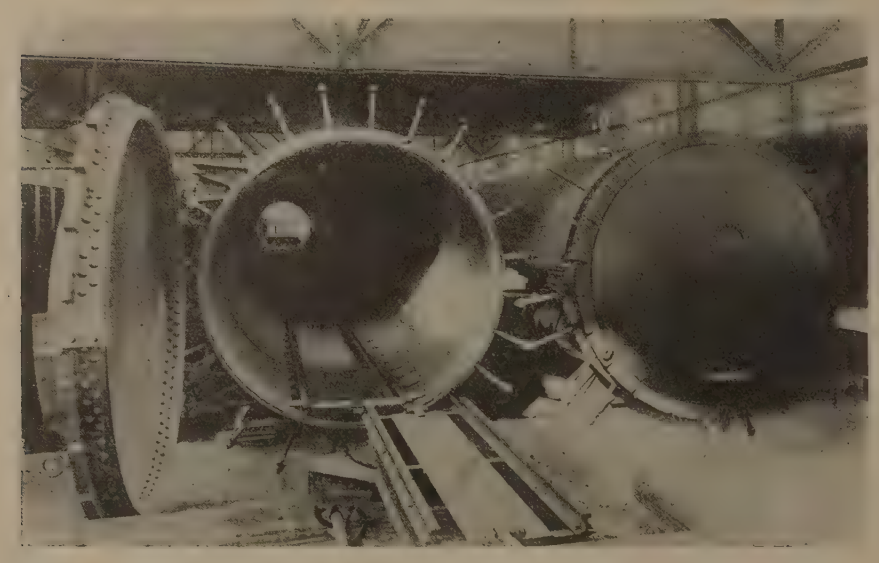
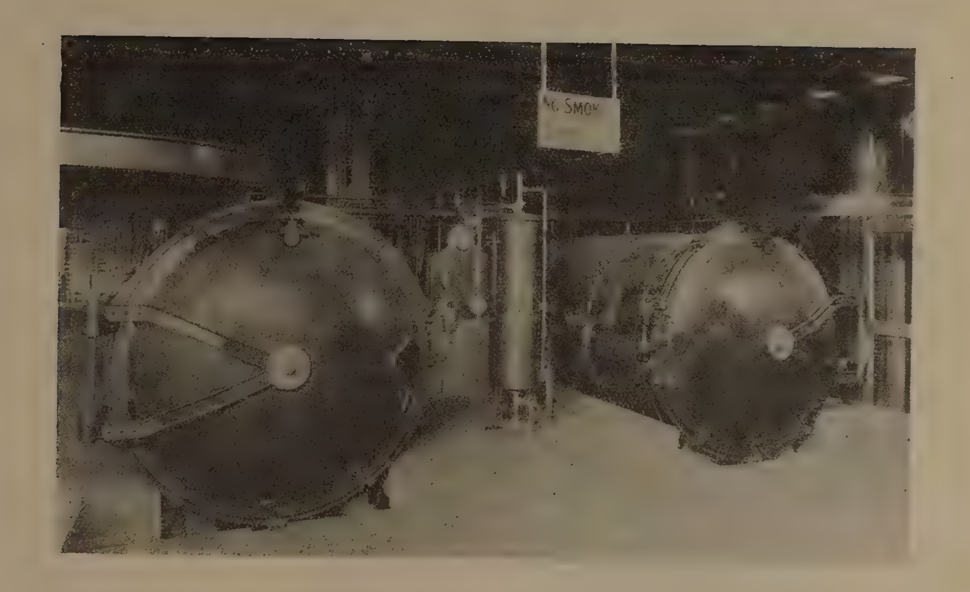


Fig. 1 et 2. — Deux installations permettant la désinfection des balles de Coton par l'acide cyanhydrique dans le vide partiel. (Clichés du *Federal Horticultural Board.*)



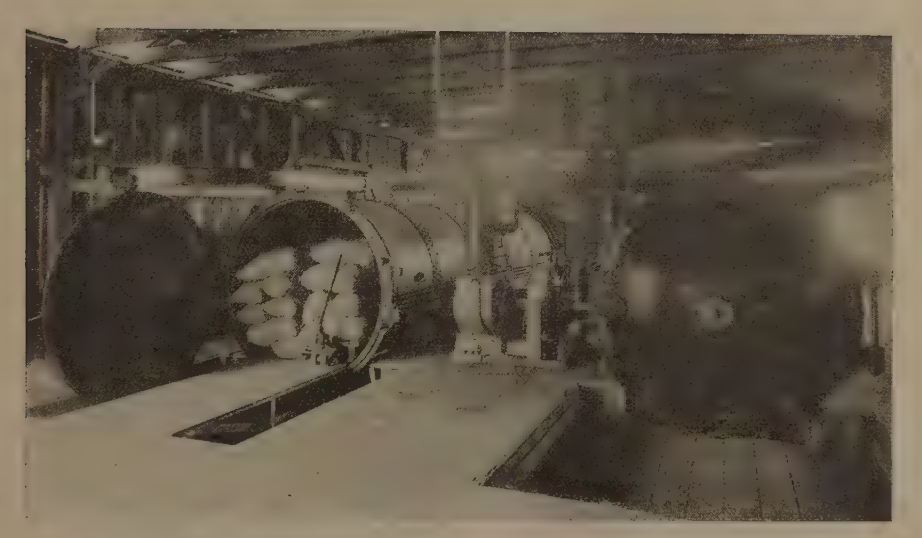


Fig. 1 et 2. — Appareils utilisés à Colma (Californie) pour la désinfection dans le vide partiel, à l'aide du sulfure de carbone, des sacs de Pommes de terre. (Clichés communiqués par D. B. Mackie.)



Fig. 1. — Bâtiments récemment installés à Lando (Texas) pour permettre la désinfection par la vapeur des wagons ayant contenu des graines de Coton, en provenance du Mexique.

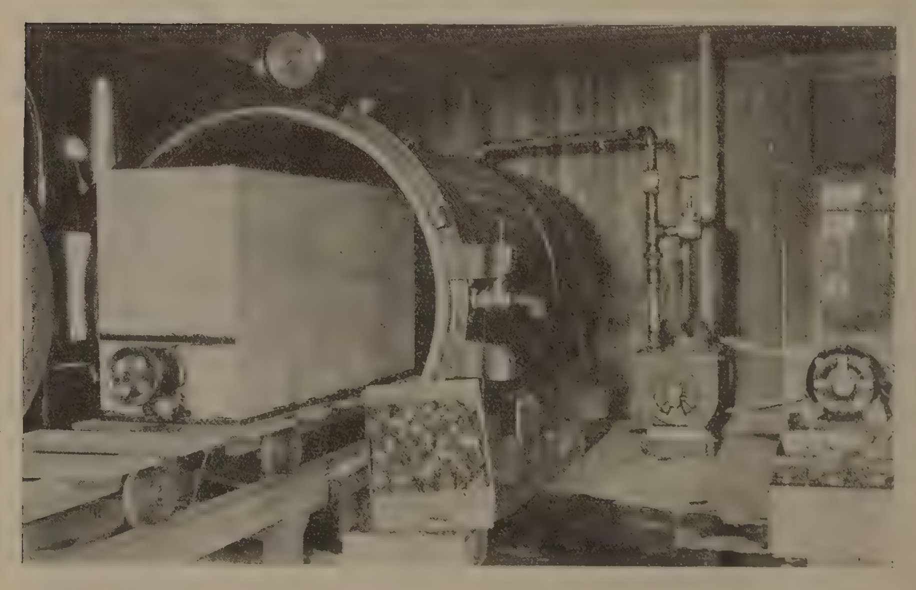


Fig. 2. — Matériel utilisé pour la désinfection des végétaux en cuve, dans le vide partiel, à l'aide d'un liquide insecticide. (Cliché D. B. Mackie.)



Fig. 1. — Un coin de la Station d'inspection et de désinfection de Honolulu (Hawaï). On voit au centre de la photographie, l'incinérateur destiné à la destruction des végétaux importés, hébergeant des parasites dangereux pour les cultures hawaïennes.

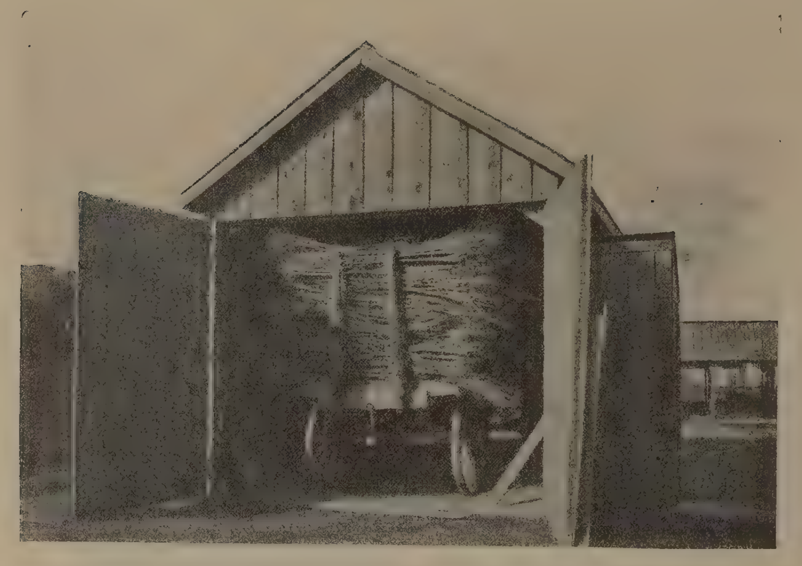


Fig. 1. — Grand fumigatorium de pépiniériste à Xenia (Ohio), d'après Burgess.



Fig. 2. — Petit fumigatorium de pépiniériste conforme à l'un des types les plus répandus aux États-Unis, d'après Newell.



Fig 1. — Entrées de deux chambres de désinfection à la station d'Alger (remarquer les doubles portes en chicane).



Fig. 2. — Un des dispositfis utilisés dans les moulins du Kansas pour la désinfection à l'aide de l'acide cyanhydrique.



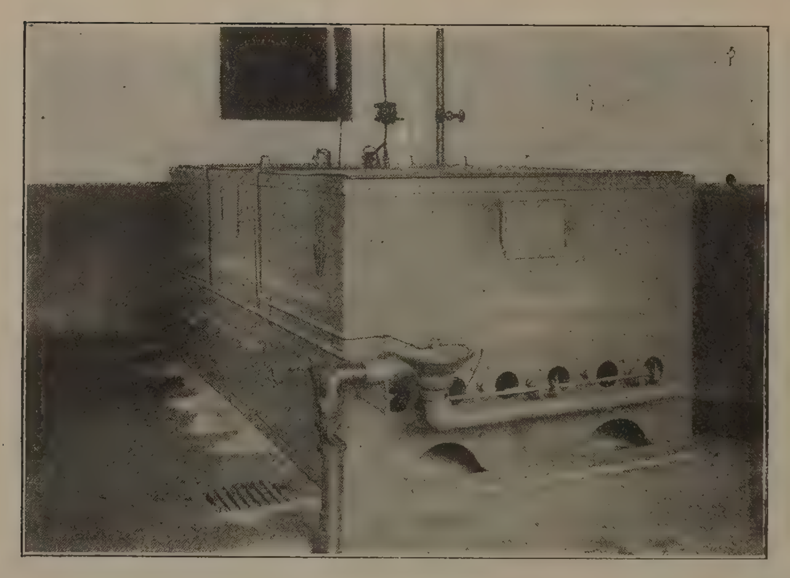


Fig. 1 et 2. — Types de chaudières utilisées par le Service phytopathologique hollandais pour la désinfection des bulbes, d'après van Slogteren.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CHALCIDIENS PARASITES DE L'*APANTELES GLOMERATUS* L.

Par

CH. FERRIERE, et J.-C. FAURE,

Docteur ès Sciences. Entomologiste au Muséum d'Histoire naturelle de Berne

Ingénieur agronome, Préparateur à la Station Entomologique du Sud-Est

---

Dans une note préliminaire sur les parasites des *Apanteles*, qui vivent eux-mêmes aux dépens de *Pieris brassicæ* L. (1), nous avons fait connaître les espèces rencontrées en 1923 dans la région de Lyon ; nous avons précisé les caractères systématiques de quelques-unes d'entre elles et signalé certaines particularités biologiques nouvelles. Nous laissions toutefois indéterminé un Chalcidien caractérisé par sa teinte bleu foncé et par la tache arrondie brune qui couvre le milieu des ailes antérieures, que nous classions provisoirement dans le genre *Arthrolytus*. Nous arrivions d'autre part à cette conclusion qu'il existe deux espèces de *Tetrastichus* parasites d'*Apanteles glomeratus* L., sans pourtant préciser les caractères de chacune d'elles. Nous avons repris l'étude de ces deux questions que nous croyons avoir maintenant solutionnées.

Poursuivant en 1924 nos recherches sur les parasites d'*Apanteles*, nous avons obtenu un Chalcidien que nous n'avons pu faire rentrer que dans le genre *Schizonotus* et que nous décrivons comme une espèce nouvelle. Le genre *Schizonotus*, créé par RATZEBURG, était jusqu'ici mal connu ; nous en avons fait une étude complète, que nous exposons dans ce travail.

I. — Les Tetrastichus.

Presque tous les entomologistes d'Europe qui se sont occupés des parasites de l'*Apanteles glomeratus* L. ont trouvé un *Tetrastichus* : on était d'accord pour le nommer *Tetrastichus rapo* Walk. Il sort des cocons de son hôte, et de nombreux auteurs l'avaient vu pondre dans les larves du Braconide encore enfermées dans le corps du Lépidoptère, en particulier de *Pieris brassicæ* L. Les

(1) A. PAILLOT, CH. FERRIÈRE et J.-C. FAURE, Note préliminaire sur les Parasites des *Apanteles* hôtes de *Pieris brassicæ* L., dans la région de Lyon, en 1923 (*Rev. Path. vég. et Entom. agr.*, janvier-mars 1924)

observations de PICARD viment compliquer la question (1) : les *Tetrastichus*, observés par cet auteur et déterminés par MASI pour des *T. rapo*, enfoncent bien leur tarière à travers la peau des Chenilles de Piéride, du reste apantélisées ou non, mais ne déposent leurs œufs que dans les larves d'*Apanteles* (ou d'*Anilastus ebeninus* Grav.) enfermées dans leur cocon. De plus les larves parasitées se décomposent très rapidement et les *Tetrastichus* se nourrissent de cette matière en putréfaction. Nous avons repris, en 1923 et 1924, l'étude biologique des *Tetrastichus* parasites d'*A. glomeratus* : nos observations nous mettent en désaccord complet avec PICARD, donc confirment celles de ses devanciers.

Nous avons résumé dans une note précédente (1924) les points sur lesquels nous sommes en contradiction avec PICARD : 1° Au laboratoire nous avons obtenu la ponte à travers le corps de chenilles apantélisées de *P. brassicae*, et nous avons retrouvé les œufs dans le corps des larves d'*Apanteles* ; 2° nous avons vu plusieurs fois l'insecte enfoncer sa tarière dans des Chenilles saines de Piéride, et quelle que soit leur taille, celles-ci n'ont pas paru le moins du monde en être incommodées ; dans ce cas, il ne nous fut pas possible de retrouver des œufs de *Tetrastichus* dans le corps de la Chenille ; 3° le développement des larves de notre *Tetrastichus* n'amène pas une décomposition plus rapide ni plus complète de celle de l'*Apanteles* que celle que l'on est habitué à constater avec d'autres Hyménoptères parasites internes. Nous ajoutons seulement que, pendant la belle saison 1924, nous avons récolté de très nombreux *Tetrastichus* en plein champ en train de pondre à travers les téguments des Chenilles de Piéride. Toutes celles-ci, examinées au laboratoire, étaient apantélisées (ou parasitées par *Anilastus*), et les larves parasites internes contenaient des œufs de *Tetrastichus*. L'évolution du *Tetrastichus* peut d'ailleurs commencer avant que la larve d'*Apanteles* tisse son cocon.

Il nous est naturellement venu à l'idée que M. PICARD n'avait pas rencontré le véritable *T. rapo*, et que la contradiction venait seulement d'une erreur de détermination. Dans le but de solutionner cette question, M. PICARD a eu l'amabilité de nous communiquer quelques individus de ses *Tetrastichus* pour les comparer aux nôtres : ils s'en distinguent à première vue par la coloration des pattes, qui est jaune clair au lieu d'être brunâtre. Conservant alors le nom de *rapo* aux premiers, nous avons nommé les nôtres *vinulae*, car ils correspondent bien à la description de RATZEBURG, complétée par THOMSON. Nous avons alors conclu (1924) qu'il existait deux espèces de *Tetrastichus* parasites de *A. glomeratus*, espèces très voisines, mais cependant nettement différentes aussi bien morphologiquement que biologiquement.

Nous modifions légèrement aujourd'hui cette façon de voir. Dans le

(1) PICARD (F.). Sur la biologie du *Tetrastichus rapo* Walk. (*Bull. Soc. Ent. de France*, 27 juillet 1921). — Contribution à l'étude des Parasites de *Pieris brassicae* L. (*Bull. biol. France et Belgique*, t. LVI, fasc. 1, 1922, p. 54-130).

but de faciliter la présentation et la compréhension de cette question, nous croyons préférable d'exposer en débutant le résultat de nos recherches. Nous estimons maintenant qu'il existe bien deux espèces de *Tetrastichus* parasites de *A. glomeratus* : le *T. rapo* Walk., dont Masi en particulier donne une bonne description (1) et qui pond dans les larves d'*Apanteles* ou d'*Anilastus* encore dans le corps de la chenille de Piéride ; et le *T. galactopus* Ratz., qui est l'espèce rencontrée par Picard (1921-1922) et qui dépose ses œufs dans la larve d'*Apanteles* ou d'*Anilastus* enfermée dans son cocon.

Nous avons comparé plusieurs centaines de *rapo*, que nous avons obtenus d'*Apanteles* et d'*Anilastus*, avec le *galactopus* de Picard ; nous ne trouvons que des différences de coloration qui sont les suivantes :

T. rapo Walk.	*T. galactopus* Ratz.
Antennes noires.	Antennes brunâtres.
Nervures des ailes brunes ou jaunâtres.	Nervures plus pâles, presque blanches.
Genoux et tibias jaunes, ceux-ci avec souvent une tache brune plus ou moins marquée avant l'extrémité surtout aux pattes médianes.	Bouts des fémurs, tibias et tarses sauf l'extrémité, tout à fait jaune-clair.

Il faut bien avouer que ces différences sont minimes, mais elles sont cependant assez nettes ; et dans la quantité de nos *rapo*, il n'y en a point qui ait les antennes, les nervures des ailes et les pattes aussi claires, comparativement, que les *galactopus* de M. Picard. Mais d'autre part l'un de nous a trouvé au Muséum d'Histoire naturelle de Paris des *T. rapo*, déterminés par Förster ; nous avons comparé ces individus à ceux de M. Picard et aux nôtres : ils présentent tous les intermédiaires entre les exemplaires les plus clairs (*galactopus*) et les plus sombres (série de nos *rapo*). Ainsi les différences de coloration, les seules que nous ayons trouvées, sont si subtiles que l'on trouve tous les degrés de passage. Il est bien certain que, sans les observations biologiques de M. Picard, nous n'hésiterions pas à réunir tous ces individus sous le nom de *T. rapo* ; du reste l'identification du *galactopus* au *rapo* a déjà été proposée par Kurdjumov (2). Mais dans le but de faciliter l'étude biologique des parasites des *Apanteles*, nous sommes d'avis de séparer ces deux espèces, qui, bien que morphologiquement très voisines, sont très différentes au point de vue biologique. L'on pourrait du reste tout aussi bien considérer qu'il s'agit de deux variétés biologiques bien distinctes d'une même espèce ; il n'y a là en somme qu'une question de nomenclature.

Le *T. galactopus* a été décrit d'une façon très brève et peu claire en 1844

(1) L. Masi, Contribuzioni alla conoscenza dei Chalcididi italiani (*Boll. Lab. Zool. gen. e. agri Portici*, vol. III, 1908, p. 133-135).

(2) N. Kurdjumov, Notes on Tetrastichini (Hym. Chalcid) (*Revue russe d'Entomologie*, vol. XIII 1913, p. 243-256).

par Ratzeburg, d'après des exemplaires qu'il avait obtenus de *Microgaster vinulæ*, sous le nom de *Eulophus galactopus*, dont il fait en 1848, l'*Entedon galactopus*; l'auteur insiste sur la coloration des tarses, des tibias et de l'extrémité des fémurs qui est blanc de lait ou à peine jaune, et celle de la nervure radiale qui est très pâle. Du même *Microgaster*, Ratzeburg a obtenu un autre Chalcidien, de teinte plus foncée, qu'il nomme *E. vinulæ*, et qui pourrait bien être, dit-il, seulement une variété du *galactopus*. Le *E. vinulæ* est devenu le *Tetrastichus vinulæ*, que l'on identifie au *T. rapo* Walk. Nous revenons donc à la conception de Ratzeburg, qui admettait l'existence de deux espèces très voisines. Nous ne décrirons pas en détails le *T. galactopus* : les différences de coloration avec le *T. rapo*, mentionnées ci-dessus, jointes aux observations biologiques suffisent pour le déterminer.

Depuis les travaux de Genieys (1), on sait que la chaleur, en activant le développement des insectes, peut entraîner une dépigmentation intense, mais seulement individuelle ; il convient donc de noter que nos *Tetrastichus* ont été obtenus en juillet et en août, et sont ainsi comparables au point de vue de l'action de la chaleur à ceux de M. Picard, qui proviennent d'élevages faits dans la région de Montpellier. Cette considération donne plus de valeur à une différenciation basée sur des différences de coloration. Le *rapo*, tel que nous le définissons, a très souvent été élevé en Italie.

La synonymie du *T. galactopus* Ratz. est donc la suivante :

1° *Eulophus galactopus* Ratz. *Ichn. der Forst.*, vol. I, 1844, p. 169.

2° *Entedon galactopus* Ratz. *Ichn. der Forst.*, vol. II, 1848, p. 168.

3° *Tetrastichus rapo* Walk., de Picard, 1921-1922, *loc. cit.*

Celle du *T. rapo* Walk. est :

1° *Diplolepis microgastri* Bouché, *Naturg. d. Ins.*, 1834, p. 168 (de Seurat, 1899, d'après de Gaulle).

2° *Pteromalus microgasteris* Nees, *Hym. Ichn. Affin. Monogr.* II, 1834, p. 423 (d'après Dalla Torre).

3° *Cirrospilus rapo* Walk, *Ann. Nat. Hist.* III, 1839, p. 415.

4° *Cirrospilus athyrte* Walk., *Ann. Nat. Hist.* III, 1839, p. 178 (d'après Kurdjumov).

5° *Eulophus vinulæ* Ratz. *Ichn. d. Forstins*, I, 1844, p. 169.

6° *Tetrastichus rapo* Walk., *List Hymen. Brit. Mus. Chalcid.*, I, 1846, p. 76.

7° *Entedon vinulæ* Ratz. *Ichn. d. Forst.*, II, 1848, p. 168.

8° *Tetrastichus vinulæ* (Ratz.) Thoms. *Hym. Scand.*, V, 1878, p. 290.

9° *Diplolepis microgastri* Möll. *Entom. Tidsskr.*, VII, 1886, p. 83.

10° *Tetrastichus lissonotus* Möll., *Entom. Tidsskr.*, VII, 1886, p. 83 (d'après Kurdjumov).

(1) P. Genieys, Sur le déterminisme des variations de coloration chez un Hyménoptère parasite (*C. R. Soc. biol.*, 8 avril et 20 mai 1922).

11° *Tetrastichus microgastri* Walk. (de Martelli, *Boll. Lab. Zool. Portici*, I, 1907, p. 220).

12° *Tetrastichus tibialis* Kurdj., *Rev. Russe d'Entom.*, XIII, 1913, p. 251.

Le *Diplolepis microgastri* Bouché est en fait impossible à identifier ; comme pour le *Pteromalus microgasteris* Nees, il est très probable qu'il s'agit du *Dibrachys boucheanus* Ratz. Mais l'espèce étudiée sous ce nom par Seurat (1) paraît bien être le *T. rapo*.

D'après Kurdjumov, le *T. vinulæ* (Ratz.) Thoms. diffère du *T. vinulæ* Ratz. par la couleur plus sombre des tibias postérieurs et par son abdomen qui est très comprimé sur les côtés ; cet auteur propose pour cette espèce le nom de *T. tibialis*. Nous repoussons cette façon de voir, vu que la question de coloration est fort variable chez le *T. rapo* ; et parce que la conformation de l'abdomen n'est pas si nettement indiquée par Ratzeburg que l'on ne puisse pas identifier son espèce avec celle de Thomson.

Kurdjumov sépare les nombreuses espèces de *Tetrastichus* en trois genres réservant le nom de *Tetrastichus* pour les espèces, généralement de grande taille, qui n'ont qu'un seul poil dressé sur la nervure submarginale ; les petites espèces, avec plusieurs poils sur cette nervure, portent le nom de *Geniocerus* Ratz. ; et les espèces avec tarière proéminente celui de *Aprostocetus* Westw. On peut encore considérer ces noms comme des sous-genres, comme le fait Silvestri (2). Ainsi nous devrons écrire, en adoptant cette subdivision :

Tetrastichus (*Geniocerus*) *rapo* Walk.

Tetrastichus (*Geniocerus*) *galactopus* Ratz.

T. rapo a été obtenu par de nombreux auteurs de *Apanteles glomeratus* et *Anilastus ebeninus*, parasites de la Piéride du Chou. Ratzeburg (3) le signale comme hôte de *Microgaster vinulæ*, *M. cratægi*, d'un *Microgaster* parasite de *Bombyx salicis*, et de *Bracon circumscriptus*. D'après Gautier et Riel (4), il s'attaquerait aussi à *Apanteles rubecula* Marsh. Enfin Silvestri (5) l'aurait obtenu de *Erynnia nitida* R. D., Diptère parasite de la Galéruque de l'Orme.

T. galactopus n'est connu que comme parasite de *Microgaster vinulæ*, d'*A. glomeratus* et *A. ebeninus*.

Remarque. — Au cours de la correction des épreuves d'imprimerie, nous recevons la *Rev. de Path. vég. et Entom. agr.*, T. XI, fasc. 4, 1924, contenant un travail de MM. Cl. Gau-

(1) L.-G. Seurat, Contribution à l'étude des Hyménoptères entomophages (*Ann. Sc. Natur.*, S. 8, 1899).

(2) F. Silvestri, Contribuzione alla conoscenza dei parassiti delle ova del Grilletto canterino (*Œcanthus pellucens* Scop.) (*Boll. Lab. Zool. gen. e agr. Portici*. vol. XIV, 1920) (*Tetrastichus* spp., p. 242-250).

(3) J.-T.-C. Ratzeburg, Die Ichneumonen der Forstinsenten in forstlicher und entomologischer Beziehung, (Vol. I, 1844, p. 169, vol. II, 1848, p. 168, vol. III, 1852, p. 212).

(4) Cl. Gautier et Ph. Riel, Complément de description et biologie d'*Apanteles rubecula* Marsh Parasite de *Pieris rapæ* L. (*Bull. Soc. Entom. France*, 11 mai 1921, p. 143-147).

(5) F. Silvestri, Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro simbionti. I. Galerucella dell'Olmo (*Boll. Lab. Zoll. gen. e agr. Portici*, vol. IV, 1909, pp. 281-283).

TIER et S. BONNAMOUR, intitulé : « Recherches sur *Tetrastichus rapo* Walker » (Hym. Chalcididae). Les observations biologiques de ces Auteurs sont en parfaite harmonie avec les nôtres; mais nous ne sommes pas de leur avis quand ils croient possible de concilier les recherches de PICARD avec celles de ses devanciers et les leurs. Le travail de MM. GAUTIER et BONNAMOUR est incomplet, en ce sens qu'ils n'ont pas cherché à vérifier les 5 séries d'expériences de PICARD avec l'espèce qu'ils ont eue sous les yeux, ce qui rend leurs conclusions et réflexions pour le moins prématurées. D'autre part la valeur des observations de PICARD, biologiste très scrupuleux et averti, ne saurait être mise en doute.

Nous restons donc convaincus que le *Tetrastichus* observé par PICARD est une espèce biologique très différente du *T. rapo* Walk., tel que nous venons de le décrire ; aussi nous n'apportons aucune modification à notre texte, rédigé avant la réception de la note de MM. GAUTIER et BONNAMOUR.

II. — **Homoporus luniger** Nees, var. **braconidis** nov.

Nous avions placé, dans notre précédente note, cette espèce dans le genre *Arthrolytus* Thoms., à cause de sa ressemblance de forme générale et de teinte avec l'*A. punctatus* Ths. Toutefois plusieurs différences essentielles nous



Fig. 41. — *Homoporus luniger* Nees var. *braconidis* nov.

avaient frappés, et nous considérions cette détermination comme incertaine, bien que certaines de ces différences se retrouvaient aussi chez l'*A. incongruens* Masi.

Depuis lors nous avons eu connaissance de l'étude de KURDJUMOV (1) sur les Pteromalides et du travail de GIRAULT (2) sur le genre *Arthrolytus*.

Ce genre, actuellement bien caractérisé, contient 6 espèces, dont 4 d'Europe et 2 des Etats-Unis. L'*A. incongruens* Masi, d'après GIRAULT, et

(1) N. KURDJUMOV, Notes on Pteromalidæ (Hym. Chalcid.) (*Revue russe d'Entomologie*, vol. XIII, 1913, p. 1-24).

(2) A.-A. GIRAULT, Miscellaneous notes on the Hymenoptera Chalcidoidæ : the genus *Arthrolytus* Thoms. ; *Horismenus microgaster* Ashm. (*The Canad. Entomol.*, vol. XLIII, 1911, p. 346-354 ; 370-377 ; 407-413).

comme nous le verrons plus loin, n'est pas un *Arthrolytus*. Notre espèce ne peut pas non plus rentrer dans ce genre.

Par contre elle rentre très certainement dans le genre *Homoporus* Thoms. genre caractérisé surtout par l'absence sur le segment médian de plis et de sillons latéraux, et par la massue des antennes qui est généralement un peu pointue au bout.

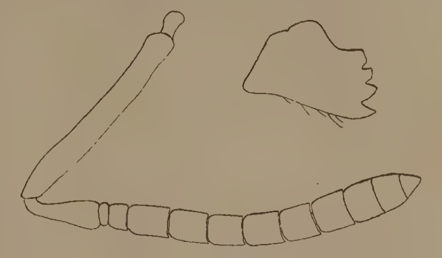


Fig. 2. — Antenne et mandibule de la ♀ d'*H. luniger* Nees, var. *braconidis* nov.

Kurdjumov place *Homoporus* en synonymie du genre *Phænacra* Frst. Nous n'avons pas cru devoir suivre son exemple, car le *Ph. nubigera* Frst., mal décrit, se distingue surtout par une courte épine terminale des antennes, épine qui ne se trouve pas ou est moins marquée chez les espèces connues d'*Homoporus*.

Nous identifions notre espèce à l'*Homoporus luniger* Nees, dont Thomson (1) a donné une bonne description. Nous avons aussi pu comparer nos individus avec un exemplaire déterminé par Schmiedeknecht. Nous ne relevons que des petites différences, insuffisantes pour avoir une valeur spécifique, mais assez nettes cependant pour décrire nos parasites comme variété nouvelle et pour en donner des figures.

H. luniger Nees, var. *braconidis* n. var.

Semblable au type pour la forme générale, la structure du thorax, la tache des ailes et la coloration. En diffère par les caractères suivants : articles du flagelle des antennes légèrement plus étroits et un peu allongés au lieu d'être subcarrés, massue foncée, nervure postmarginale des ailes de même longueur que le radius, couleur du thorax d'un bleu un peu plus vif.

De ces différences minimes seule la teinte de la massue, foncée au lieu d'être jaune, frappe au premier abord l'attention.

D'après Schmiedeknecht (2), qui ne fait que transcrire les indications de Thomson, la synonymie de ce Chalcidien est la suivante :

Homoporus luniger Nees, *Hym. Ichn. Affin. Mon.*, vol. II, 1834, p. 119.

?*Pteromalus tricolor* Walk., *Entom. Mag.*, vol. II, 1835, p. 119.

?*Pteromalus ater* Ratz., *Ichn. d. Forst.*, vol. III, 1852, p. 233.

Nous avons vu dans un travail précédent (1924) que *P. ater* Ratz. est une espèce nettement déterminée, qui est nommée actuellement *Catolaccus ater* Ratz. et dont Kurdjumov redonne une bonne description d'après des exemplaires qu'il a obtenus en Russie de *Apanteles glomeratus* L.

On connait 7 espèces d'*Homoporus* que Thomson sépare en deux groupes

(1) C.-G. Thomson, Hymenoptera Scandinaviæ, t. V, 1878, p. 67.

(2) O. Schmiedeknecht, Hymenoptera, Fam. Chalcididæ (*Genera Insectorum*, Wytsman, Bruxelles, 1909, p. 363).

comprenant d'une part 4 espèces ayant le scape des antennes métallique et les ailes hyalines, d'autre part 3 espèces avec le scape jaune et les ailes foncées sous le stigma. Ces dernières espèces peuvent se distinguer au moyen du tableau suivant :

1. Nervure marginale épaissie, de même longueur que le radius *crassinervis* Thoms

— Nervure marginale mince, plus longue que le radius 2

2. Thorax vert foncé, nervure marginale un peu plus longue que le radius, *flaviscapus* Thoms.

— Thorax bleuâtre, nervure marginale passagèrement plus longue que le radius 3

3. Massue des antennes jaune, radius plus court que la nervure post-marginale, *luniger* Nees.

— Massue foncée, radius de même longueur que la nervure postmarginale, var. *braconidis* nov.

D'après DE GAULLE (1), *H. luniger* serait parasite de *Cecidomyia avenae*. RIMSKY-KORSAKOV (2) l'a étudié en Russie comme parasite de *Isosoma rossicum* R. K. et *Philachyra apterum*, Chalcidiens nuisibles aux Céréales. D'après cet auteur, *H. luniger* a deux ou trois générations par an. Les premiers adultes volent en mai et juin et pondent dans les galles de *I. rossicum*, et aussi, mais plus rarement dans celles de *P. apterum*. La seconde génération apparaît en juillet et les larves dans la première moitié du mois d'août. Quelques-unes de celles-ci hivernent et se transforment au printemps suivant, mais la majorité se transforme fin août et donne une troisième génération dont le sort est inconnu.

La variété *braconidis* est un parasite externe et souvent social des larves d'*A. glomeratus*. La femelle peut se nourrir aux dépens des larves d'*Apanteles* enfermées dans leur cocon grâce à un tube de succion qu'elle sécrète. La formation de ce tube, du même type que celle décrite chez *Pteromalus variabilis* Ratz., demande une heure environ et l'aspiration des humeurs peut durer une heure et demie. Le tube en se desséchant prend une teinte noire (3). La durée totale d'évolution de l'insecte, depuis le dépôt de l'œuf jusqu'à la forme adulte est de vingt et un à vingt-trois jours à 28° C. La ponte peut commencer trois jours après la sortie du cocon de l'hôte : des femelles, nourries seulement avec des larves d'*Apanteles* ont vécu, au laboratoire, à 11° C., pendant plus de deux mois.

(1) DE GAULLE [illegible] (*Feuille des Jeun. Natur.*, 1908, p. 103).

(2) M.-N. RIMSKY-KORSAKOV [illegible] *Entomology*, Londres.

(3) J.-C. FAURE. Étude sur [illegible] a la nutrition à l'aide d'un tube de succion chez les Hyménoptères parasites.

III. — **Schizonotus Pailloti** n. sp.

Nous avons obtenu au laboratoire le 3 septembre 1924 plusieurs individus (dix femelles et un mâle) de cocons d'*A. glomeratus* L. récoltés vers la mi-août par M. A. Paillot dans la région d'Auxonne (Côte-d'Or). Faute de matériel, nous n'avons pu faire pondre nos femelles que le 17 septembre, et encore dans des cocons d'*Anilastus ebeninus* Grav., qui furent acceptés sans



Fig. 3. — *Schizonotus Pailloti* n. sp.

hésitation. Il n'est pas impossible que dans la nature il en soit ainsi, et le fait ne serait pas pour nous surprendre, car l'on connaît plusieurs parasites communs aux *Apanteles* et à l'*Anilastus*, hôtes de *Pieris brassicæ*. Par la suite, nous avons eu des pontes dans des cocons d'*Apanteles*. Au laboratoire, plusieurs œufs peuvent être pondus dans un même cocon ; après trois jours des larves en sortent, et elles vivent côte à côte sans animosité. Mais nous pensons que dans la nature, le *S. Pailloti* est un parasite solitaire de l'*Apanteles*, et que le co-parasitisme est exceptionnel ; la taille des individus confirme cette hypothèse et aussi le fait que les femelles ne déposent qu'un œuf à la fois et s'éloignent aussitôt du cocon où elles viennent de pondre. La larve vit en parasite externe et elle peut se déplacer sur son hôte. Les pontes que nous avons observées du 17 au 29 septembre ne nous ont donné jusqu'ici qu'un adulte mâle ; les autres larves sont encore vivantes et continuent leur hibernation. L'adulte obtenu provient d'un œuf pondu le 20 septembre 1924 dans un cocon d'*A. ebeninus* ; il en est sorti le 20 février 1925 (1).

(1) Depuis la rédaction de ce travail, nous avons obtenu de nombreux adultes, parmi lesquels les mâles dominaient. Leur sortie s'échelonna sur une longue période du 20 février au 18 mai 1925.

Les femelles ont vécu de vingt et un à vingt-six jours, au laboratoire, nourries avec de l'eau sucrée et des larves d'*Anilastus* ou d'*Apanteles*. La nutrition des femelles aux dépens de l'hôte a lieu à l'aide d'un tube de succion. Nous avons suivi, mais seulement de l'extérieur, la formation de ce tube; elle nous a paru être du même type que celle de *Pteromalus variabilis* Ratz. et *Homoporus luniger* Nees, var. *braconidis*. Quand le tube vient de se consolider autour de la tarière servant de moule, il fait très nettement saillie à l'extérieur. A ce moment la femelle renfonce à fond sa tarière et son abdomen vient écraser l'extrémité du tube, qui n'apparaît plus alors que faiblement. La tarière est retirée très lentement et sans à-coup ; cette façon de faire assure, comme l'a démontré l'un de nous, la montée des humeurs internes de l'hôte. Ayant dégagé sa tarière, la femelle vient appliquer ses pièces buccales à l'orifice du tube et la succion commence : elle peut durer une demi-heure. La partie interne de la lèvre inférieure s'applique à l'extrémité du tube ; les mandibules sont largement écartées et ne jouent aucun rôle dans la nutrition. La tête est animée d'un mouvement de balancement de bas en haut ; de ce fait, la partie molle et charnue de la lèvre fonctionne comme une ventouse et assure la montée du liquide qui est aussitôt avalé. La répétition de ce mouvement permet une aspiration continue, car le siphon n'a pas le temps de se désamorcer entre deux mouvements de tête, le tube étant capillaire et le liquide visqueux. Le même procédé est utilisé par la femelle de *P. variabilis*, mais avec décollement très net de la lèvre inférieure, ce qui permet de voir les humeurs gluantes de l'hôte sortir au bout du tube avant d'être léchées.

La détermination de ce Ptéromalide nous a donné quelques difficultés; nous n'avons pu le faire rentrer que dans le genre *Schizonotus*. Ce genre, mal défini, est surtout caractérisé par un sillon transversal nettement marqué sur le *scutellum*. RATZEBURG, qui a créé le genre, insiste sur une différence de sculpture entre les deux parties du *scutellum* séparées par le sillon ; ce caractère ne se retrouve pas chez nos individus, mais KURDJUMOV, qui a examiné les types de RATZEBURG, dit lui-même, en parlant de *Schizonotus*, « scutellum avec un sillon transversal avant son extrémité, entièrement ponctué ». Même en faisant abstraction du sillon, qui se retrouve faiblement marqué chez d'autres Ptéromalides et chez quelques Cléonymides, nous ne pouvons faire rentrer notre espèce dans un autre genre connu.

Elle est cependant très différente de celles de RATZEBURG, et nous la décrivons ici comme nouvelle. Nous avons le plaisir de la dédier à M. A. PAILLOT, en remerciements de la sollicitude et du concours qu'il n'a cessé de nous apporter dans nos recherches.

Schizonotus Pailloti n. sp.

♀ Tête plus large que le thorax, vue de face plus large que longue, $1^{mm},25 \times 0^{mm},90$. Vertex large. Ocelles formant un angle obtu. Yeux non ciliés ; joues légèrement bombées ; épistome échancré au milieu, avec deux dents

marquées de chaque côté du renfoncement médian. Occiput un peu creusé à la partie médiane, non marginé ; un léger sillon de la base de l'œil à la base des mandibules. Epistome striolé et non réticulé, comme le reste de la tête.



Fig. 4. — Tête de la ♀ de *Schizonotus Pailloti*, vue de face.

Antennes insérées à la hauteur du tiers inférieur du grand diamètre de l'œil ; scape plus long que les trois premiers articles du funicule ; pédicelle court, plus petit que le premier article du funicule ; les deux annelli petits, égaux entre eux, plus larges que longs ; articles du funicule sensiblement égaux entre eux, un peu plus longs que larges ; massue aussi longue que les deux derniers articles du funicule, un peu renflée à son tiers inférieur.

Mandibules fortes, saillantes et portant chacune trois dents.

Thorax bien développé ; prothorax étroit à sa partie supérieure, sa partie antérieure, cachée par la tête, s'avance en tronc de cône. Sillons parapsidaux peu marqués, se terminant au milieu du mésonotum. Frein du scutellum nettement marqué, séparant celui-ci en deux parties. Partie avant un peu plus de

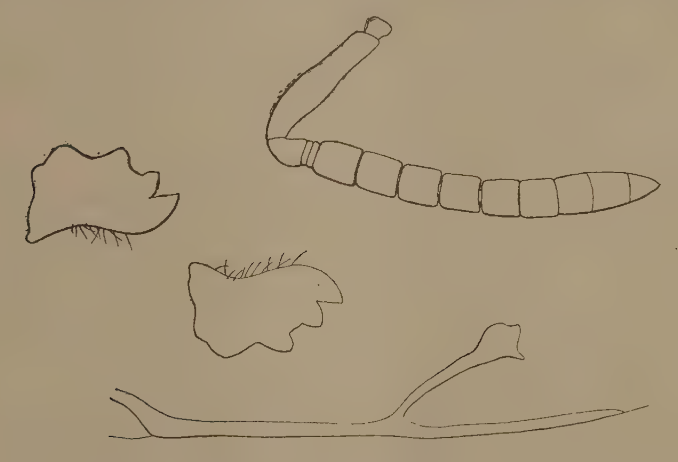


Fig. 5. — Antenne, mandibules et nervures des ailes de la ♀ de *Schizonotus Pailloti*.

trois fois aussi longue que la partie postérieure ; cette dernière porte avant l'extrémité du scutellum une légère dépression transversale semi-circulaire. Segment médian plus large que le scutellum, striolé en partie et non réticulé comme l'ensemble du thorax, dont toutefois l'épisternum est lisse et brillant. Stigmates à bords saillants, avec les téguments qui l'entourent striolés-réticulés. Carène nette ; plis bien marqués.

Ailes antérieures larges dépassant largement l'abdomen une fois repliées ; nervure submarginale un peu dilatée à son extrémité ; nervure marginale pas tout à fait deux fois aussi longue que le radius ; celui-ci nettement plus

court que la nervure postmarginale. Ailes postérieures atteignant l'extrémité de l'abdomen, ciliées sur tout leur bord postérieur, cils allant en diminuant de la base à l'extrémité ; cellule costale avec un angle aigu, portant des poils petits et raides, sur la nervure radiale et la nervure marginale ou sur son bord lui correspondant ; trois crochets.

Hanches des trois paires de pattes vert-sombre, avec extrémité des antérieures testacée, comme tout le reste des pattes. Eperons solitaires, plus grands aux tibias médians qu'aux postérieurs.

Abdomen très légèrement pétiolé, aussi long que le thorax et de même largeur ; forme ovoïde ; lisse, brillant ; premier segment plus grand que les suivants, vert très sombre ; le reste de l'abdomen presque noir. Extrémité des valves de la tarière dépassant légèrement l'abdomen.

Couleur générale vert brillant. Yeux brun-rouge-sombre. Radicule et scape testacés, ce dernier plus foncé à l'extrémité ; le reste de l'antenne testacé-foncé.

Longueur : 3 millimètres environ ; envergure : 6^{mm},5 environ.

♂ Semblable à la femelle, mais un peu plus petit. Antennes plus étroites, les articles du funicule nettement plus longs que larges. Thorax de même structure que chez la femelle, avec le frein aussi bien marqué. Abdomen un peu plus court que le thorax, arrondi et applati dorso-ventralement. Teinte semblable, funicule des antennes un peu plus clair. Pattes entièrement jaunes, les hanches postérieures et la base des hanches médianes seules vertes.

Longueur : 2^{mm},5 ; envergure : 5 millimètres.

On ne connaissait jusqu'ici que deux espèces de *Schizonotus* assez sommairement décrites par Ratzeburg (1) ; *S. Sieboldi* et *S. Pannewitzi*.

D'après Kurdjumov (1913), l'*Arthrolytus incongruens* Masi est synonyme de *S. Sieboldi* Ratz. Nous partageons entièrement cette opinion car Masi (2) dit nettement « Lo scutello ha il freno distinto », et la description de Ratzeburg cadre bien avec celle plus détaillée de Masi. Au point de vue biologique nous trouvons aussi des corrélations car *S. Sieboldi* est parasite des larves de *Lina populi* L., et *A. incongruens* a été obtenu de celles de *Plagiodera versicolor* Laich., une Chrysomèle qui vit aussi sur les Peupliers et les Saules.

Nous avons aussi trouvé dans la collection Fairmaire du Muséum de Paris des Chalcidiens parasites de *Lucilia cæsar* déterminés par Giraud sous le nom de *Pteromalus Sieboldi* Ratz. Ces Ptéromalides, dont Giraud a donné une description (3) ne sont pas des *S. Sieboldi*, mais nous les avions tout d'abord identifiés au *S. Pannewitzi* Ratz. à cause de leur ressemblance assez exacte

(1) J.-T. Ratzeburg, Die Ichneumonen der Forstinskten in forstlicher und entomologischer Beziehung, (Vol. III, 1852, p. 230).

(2) L. Masi, Contribuzioni alla conoscenza dei Chalcididi italiani (*Boll. Lab. Zool. gen. e. agr. Portici*, vol. I, 1907, p. 252-254).

(3) J. Giraud, Note sur trois Hyménoptères parasites (*Ann. Soc. Entom. France*, (4) t. IX, 1869, p. 147-148).

à la description de RATZEBURG. Nous avons cependant reconnu qu'il s'agissait d'une autre espèce, le *Nasonia brevicornis* Ashm., un parasite des pupes de Muscides répandu dans le monde entier. GIRAULT (1) a donné une description détaillée de ce genre, qui ne peut rentrer dans la tribu des *Eutelini*, comme le dit ASHMEAD, mais doit venir se placer près du genre *Schizonotus* dont il est très voisin, aussi bien par le sillon du scutellum que par d'autres caractères.

Le genre *Schizonotus* a été créé par RATZEBURG qui en fait une subdivision de ses *Pteromalus*. SCHMIEDEKNECHT (2), d'après DALLA-TORRE et ASHMEAD, place ce genre dans la sous-famille des *Cleonyminæ* ; nous croyons, avec KURDJUMOV, qu'il est préférable de le faire rentrer dans la sous-famille des *Pteromalinæ*. FORSTER a aussi commis une erreur en l'identifiant au genre *Seladerma*, sous-famille des *Miscogasterinæ* ; la présence d'un seul éperon aux tibias des pattes postérieures ne laisse aucun doute à cet égard.

Genre *Schizonotus* Ratz.

Tête assez grande, plus large que le thorax ; face plus large que longue ; occiput non marginé. Yeux nus. Antennes de 13 articles, avec 2 annelli, insérées un peu au-dessous du milieu de la face, mais au-dessus d'une ligne idéale reliant la base des yeux. Funicule relativement large, avec les articles subcarrés ou un peu plus larges que longs chez la femelle. Sillons parapsidaux n'atteignant que le milieu du mesonotum. Scutellum entièrement ponctué et divisé avant son extrémité par un sillon transversal ou frein nettement marqué. Segment médian sans nucha, avec des plis latéraux bien marqués. Ailes grandes, sans cils à la base, dépassant au repos le bout de l'abdomen. Nervure postmarginale de même longueur ou plus longue que le radius. Pattes assez fortes, tibias postérieurs avec un seul éperon. Abdomen court, ovale ou subarrondi, caréné en dessous chez la femelle, aplati chez le mâle.

Corps de couleur verte, plus ou moins foncée; abdomen généralement plus sombre ; pattes jaunes ou brunâtres, hanches métalliques.

Les trois espèces de *Schizonotus* actuellement connues sont les suivantes :

I. *S. Sieboldi* Ratz. *Ichn. d. Forst.*, III, 1582, p. 230.

= *Arthrolytus incongruens* Masi, *Boll. Lab. Zool. Portici*, I, 1907, p. 252, Parasite des larves de Chrysomélides, *Lina populi* L. (Allemagne). *Plagiodera versicolor* Laich. (Italie).

MASI donne de cette espèce une description détaillée et des figures.

2. S. *Pannewitzi* Ratz. *Ichn. d. Forst.*, III, 1852, p. 230.

Parasite de chrysalide de *Crabro cephalotes* (Hym.) (Allemagne).

(1) A.-A. GIRAULT et G.-E. SANDERS, The Chalcidoid Parasites of the common house or typhoid fly (*Musca domestica* L.) and its allies. I. Reconstruction of the Chalcidoid genus *Nasonia* Ashm. of the Fam. Pteromalidæ, with description and biology of *Nasonia brevicornis* Ashm., sp. nov. its species from Illinois (*Psyche*, vol. XVI, 1909, p. 119-132 ; vol. XVIII, 1910, p. 9-28).

(2) O. SCHMIEDEKNECHT, *loc. cit.*, p. 162-163.

Nous ne connaissons de cette espèce que la description très courte de RATZEBURG.

3. *S. Pailloti* n. sp.

Obtenu de cocons d'*Apanteles glomeratus* L. (France); élevé au laboratoire sur cet insecte et sur *Anilastus ebeninus* Grav.

Ces espèces peuvent se distinguer par le tableau suivant :

1. Antennes très courtes et épaisses, les derniers articles épaissis en massue. Radius à peine plus court que la nervure marginale, mais nettement plus court que la nervure post-marginale. *S. Pannewitzi* Ratz.

— Antennes plus allongées, pas spécialement épaisses. Radius beaucoup plus court que la nervure marginale.................................. 2

2. Pédicelle des antennes plus long que le premier article du funicule. Radius un peu plus long que la nervure postmarginale. Couleur vert-grisâtre *S. Sieboldi* Ratz.

— Pédicelle plus court que le premier article du funicule. Radius plus court que la nervure postmarginale. Couleur vert brillant. *S. Pailloti* n. sp.

LE NÉGRIL DE LA LUZERNE

(COLASPIDEMA ATRUM OLIVIER*)*

Étude monographique

Par A. Lécaillon,

Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Toulouse,
Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France

SOMMAIRE

INTRODUCTION

L'utilité de résumer, dans un travail d'ensemble, les données jusqu'ici éparses concernant le Négril de la Luzerne, de distinguer parmi ces données celles qui sont exactes de celles qui ne le sont pas, et enfin de compléter par de nouvelles recherches poussées aussi avant que possible, les notions bien établies par les travaux anciens relatifs à l'Insecte nuisible dont il s'agit, ne saurait être mise en doute.

Quand on parcourt, au mois de juin, certaines régions du sud ou du sud-ouest de la France où la Luzerne est cultivée sur de grandes étendues, par exemple le département de la Haute-Garonne, on est vivement frappé par ce fait que dans les champs contenant la plante fourragère en question, se trouvent de nombreuses parcelles où la récolte paraît complètement détruite. La Luzerne y est comme brûlée ou desséchée. Les feuilles en sont effilochées et réduites presque entièrement à leurs principales nervures (fig. A, p. 278). Les larves de Négril portées par la plante sont alors si nombreuses que, suivant une expression populaire bien justifiée, « les champs en sont tout noirs ».

Si l'on interroge à ce sujet les cultivateurs de la région, ils sont unanimes pour considérer le Négril à l'égal d'un véritable fléau contre lequel ils se déclarent à peu près impuissants. Vis-à-vis de cet ennemi, l'agriculteur serait en effet, semble-t-il, assez mal armé, les moyens nombreux que l'on a préconisés pour le combattre étant souvent peu pratiques, ou trop coûteux, ou encore pas assez efficaces. Néanmoins, il convient de le dire, dans le cas du Négril comme dans beaucoup d'autres cas analogues, l'habitude regrettable qu'ont les populations rurales de négliger plus ou moins complètement les ravageurs de toutes sortes qui vivent aux dépens de leurs récoltes, entraîne la conséquence fâcheuse de favoriser la trop grande multiplication d'un ennemi qui n'est pas pourtant hors d'atteinte. En réalité, on peut limiter beaucoup les dégâts du Négril si on veut bien s'en donner la peine.

Si l'on cherche à évaluer les dégâts occasionnés par le Négril dans les champs de Luzerne où il abonde, on constate que sur quatre coupes de la plante fourragère (c'est le nombre normal en Haute-Garonne et dans les départements voisins) la première est ordinairement un peu attaquée, la deuxième très souvent à peu près totalement perdue, la troisième en partie détruite, et la dernière complètement indemne. Dans les conditions indiquées, la perte totale peut être évaluée parfois à 20 ou 25 p. 100 de la récolte normale.

Or, dans la Haute-Garonne, d'après les chiffres fournis par les statistiques, la récolte de fourrages secs de Luzerne atteint 900 000 quintaux dont la valeur (18 francs le quintal) est de 16 200 000 francs. La perte annuelle due aux méfaits du Négril pourrait donc être chiffrée à 4 millions de francs à peu près, pour l'ensemble du département. Il va de soi qu'il ne s'agit là que d'un chiffre

approximatif, susceptible de varier notablement d'une année à l'autre.

Si maintenant l'on considère que le Négril cause des dégâts plus ou moins importants dans beaucoup d'autres départements français, notamment dans le Gers, le Tarn-et-Garonne, le Lot, le Lot-et-Garonne, la Dordogne, les Deux-Sèvres, les Basses-Pyrénées, les Landes, la Gironde, la Charente-Inférieure, la Vendée, l'Ariège, le Tarn, l'Aveyron, les Pyrénées-Orientales, l'Aude, la Lozère, l'Hérault, le Gard, l'Ardèche, la Drôme, le département de Vaucluse, les Bouches-du-Rhône, les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes, on peut conclure qu'en France il occasionne des pertes annuelles qui, au total, représentent un nombre élevé de millions de francs. La valeur des dégâts est du reste loin d'être aussi grande dans tous les départements que dans la Haute-Garonne, mais dans plusieurs d'entre eux elle peut encore atteindre un million de francs à peu près chaque année.

Il n'y a pas d'ailleurs qu'en France que le Négril ravage les champs de Luzerne. Au Maroc et en Espagne ses méfaits sont très importants aussi.

Dans certaines régions, aussi bien en France qu'en dehors de ce pays, l'Insecte dont il s'agit n'est pas sérieusement nuisible, sans qu'on sache bien expliquer rationnellement ce fait ; mais on ne doit pas perdre de vue qu'il pourrait le devenir si des circonstances particulièrement favorables à sa multiplication et qu'il n'est pas facile de prévoir exactement venaient à se réaliser.

En résumé, on peut affirmer que le Négril de la Luzerne doit être considéré comme l'un des grands ennemis de l'agriculture (1).

Depuis l'année 1911, date de mon arrivée à Toulouse, je me suis intéressé au Négril, à ses mœurs, à sa reproduction, aux dégâts qu'il produit dans les champs. Je me suis demandé s'il n'existerait pas quelque parasite vivant à ses dépens et qui pourrait être utilisé rationnellement pour enrayer la trop grande multiplication du Coléoptère en question. Je fus amené ainsi à continuer les recherches auxquelles s'étaient livrés à ce sujet NICOLAS JOLY vers 1840 et M. LOUIS ROULE, en 1902-1903, qui ont été avant moi professeurs de zoologie à la Faculté des sciences de Toulouse.

Je fus du reste aidé dans ma tâche par le Ministère de l'Agriculture qui, dès 1913, me désigna, conjointement avec MM. le Dr FEYTAUD, directeur de la Station entomologique de Bordeaux, et PICARD, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, pour recueillir, sur le Négril, tous les renseignements possibles, provenant des diverses régions où cet Insecte se montre nuisible. Mais, par suite de leur mobilisation pendant toute la durée de la guerre, MM. FEYTAUD et PICARD ne purent remplir la mission dont ils avaient été char-

(1) En France, la culture de la Luzerne s'étendait
En 1913, sur 1 172 204 hectares;
En 1918, sur 932 040 —
En 1919, sur 2 592 880 —
Pendant ces trois années, la production s'éleva à 58 174 985 33 158 550, et 75 151 180 quintaux.

gés conjointement avec moi. Je dus, par suite, me livrer seul, spécialement dans la région toulousaine, aux études que je devais faire en collaboration avec ces deux savants entomologistes. Toutefois, je fis tout mon possible pour recueillir, dans les diverses régions où les agriculteurs ont à se plaindre des méfaits du Négril, tous les renseignements qu'il était indispensable de connaître pour pouvoir écrire, dans de bonnes conditions, une monographie suffisamment complète de l'Insecte en question.

Le présent mémoire vise donc à exposer les faits essentiels concernant l'histoire du Négril, y compris tous ceux que j'ai observés personnellement pendant la période s'étendant de 1911 à 1925.

Les travaux publiés jusqu'ici sur ce sujet, ainsi que le lecteur pourra en juger en prenant connaissance de la Bibliographie qui s'y rapporte, comprennent surtout de simples articles parus dans les journaux d'agriculture. Ils contiennent tous, à côté d'affirmations ayant souvent quelque chose de justifié, de nombreuses erreurs ou des indications trop vagues. Il en résulte que les nombreux procédés de lutte contre le Négril qui ont été indiqués depuis près d'un siècle au moins que l'on s'occupe des ravages causés par cet Insecte, s'appuient, pour la plupart, sur une connaissance insuffisante des mœurs et du cycle évolutif du Coléoptère, et par conséquent reposent sur des bases trop fragiles ou même inexistantes. Les faits concernant la reproduction du Négril par exemple, qui doivent jouer un rôle primordial dans l'appréciation des moyens qu'il est préférable d'utiliser pour le combattre, étaient restés jusqu'ici très imparfaitement et très inexactement connus. La durée de la vie de l'adulte, les pontes successives et prolongées que peuvent effectuer les femelles, l'échelonnement de l'apparition des larves, n'avaient pas été sérieusement étudiés.

Or comment baser rationnellement les procédés de destruction à employer contre les animaux nuisibles, si on ne s'appuie pas sur une connaissance complète des faits qui concernent leur biologie tout entière.

La question de la polyphagie des adultes et des larves n'avait pas été étudiée non plus, et l'on admettait à tort que le Négril pouvait vivre aux dépens de certaines plantes telles que le Sainfoin ou le Blé, alors qu'il n'en est rien.

Et, par contre, on ignorait qu'il peut se nourrir, pendant quelque temps, de diverses plantes qu'il trouve sur son chemin lors des migrations qu'il exécute dans diverses circonstances.

En ce qui concerne les parasites du Négril, il régnait avant mes recherches une ignorance complète, alors que la *Meigenia floralis*, qui vit aux dépens des larves de cet Insecte, est si abondante à une certaine époque, qu'elle détruit à peu près complètement toutes les larves du Négril qui existent à ce moment.

Si l'on aborde la question des procédés de destruction du Négril, on constate que la plupart de ces procédés, tels qu'ils ont été préconisés, ne sont pas toujours suffisamment rationnels, ou sont recommandés dans des conditions d'appli-

cation mal précisées. J'ai critiqué ces procédés et me suis efforcé de recommander uniquement ceux qui sont en concordance avec une conception rationnelle des faits résultant de mes recherches.

J'ai divisé mon mémoire en sept chapitres où sont successivement examinées les diverses questions intéressant l'histoire naturelle du Négril :

1° La partie historique

2° L'importance que revêt actuellement, surtout au point de vue économique, le rôle destructeur du Négril considéré comme ravageur de la Luzerne en France et à l'étranger

3° Les caractères morphologiques du Négril sous les diverses formes successives qu'il revêt, adulte, larve et nymphe ;

4° La reproduction, le développement et les mœurs de l'Insecte ;

5° La manière dont s'alimentent l'adulte et la larve, et les dégâts qu'ils peuvent causer sur la Luzerne et quelques autres plantes ;

6° Les causes naturelles qui tendent à enrayer la multiplication trop grande du Négril ;

7° Les divers procédés dont on dispose pour combattre ce ravageur de la Luzerne.

Un certain nombre de dessins, dûs au beau talent de M. Biscons, viennent à l'appui de mes descriptions concernant la morphologie du Négril adulte, mâle et femelle, les œufs pondus par cet insecte, les larves aux divers stades de leur croissance et la forme de la nymphe. En outre, des dessins relatifs aux larves parasitées par *Meigenia floralis* permettent de se rendre un compte exact de la manière dont cette Mouche tachinaire dépose ses œufs sur les larves de Négril et subit sa métamorphose. Je suis heureux d'adresser ici à M. Biscons toutes mes félicitations et tous mes remerciements pour le soin qu'il a apporté dans l'exécution des figures dont il s'agit.

Enfin, quelques photographies complètent les descriptions données dans le texte relativement aux dégâts produits sur la Luzerne (fig. A et 18).

Toulouse, le 30 mai 1925.

CHAPITRE PREMIER

PARTIE HISTORIQUE : NOTIONS SUCCINCTES SUR LES TRAVAUX PUBLIÉS JUSQU'ICI SUR LE NÉGRIL

Les indications exposées dans ces lignes ont été puisées dans les articles qui ont été publiés sur le Négril ; elles sont relatives aux caractères morphologiques de l'Insecte, à sa reproduction, à ses mœurs, aux dégâts qu'il occasionne dans les champs et enfin aux diverses méthodes qui ont été proposées pour le

combattre. Elles permettent de suivre le développement progressif de nos connaissances sur ces questions.

On peut distinguer dans cette partie historique trois périodes: une première période allant jusqu'en 1844, date de l'apparition du mémoire de N. Joly ; une deuxième période s'étendant de 1844 à 1911, date où j'ai commencé mes observations personnelles et une troisième période se terminant en 1925, date de la publication du présent mémoire. Pendant cette troisième période, j'ai publié quelques notes ou mémoires fragmentaires, dans lesquels une partie des résultats de mes recherches ont été exposés. Mais les résultats complets de ces recherches se trouvent seulement dans le présent travail

PREMIERE PÉRIODE ; 1651 à 1844.

Il faut remonter à Olivier de Serres, agronome français qui vécut de 1539 à 1619, pour trouver les premières indications bibliographiques relatives au Négril. Dans le *Théâtre d'agriculture* de cet auteur, édité en 1651, à Genève, il est parlé des « petites chenilles noires appelées Babotes, qui s'engendrent quelquefois à la seconde herbe de la Luzerne et la font dessécher et périr (1) »

L'entomologiste danois Fabricius, disciple de Linné, donna la première description du Négril dans son *Systema Eleutheratorum* (t. I, p. 415). Il indiqua la Barbarie (Maroc, Algérie, Tunisie et Tripolitaine) comme étant l'habitat de cet insecte.

En 1790, Olivier, dans l'*Encyclopédie méthodique*, le désigna sous le nom de *Chrysomela ovata* et le décrivit ainsi : *Chrysomela ovata atra, inordinate punctata, thorace postice rotundato.* Et il ajouta que le Coléoptère dont il s'agit se trouve en Provence.

En l'an XII, Latreille créa le genre *Colaspis* pour le Négril qui est, dit-il, presque la seule espèce indigène de ce genre. L'insecte est oval, tout noir, luisant, vaguement ponctué, avec les premiers articles des antennes fauves. Il ajoute que les Négrils s'observent dans le Midi de la France et que ceux qu'il examina provenaient de Bordeaux.

En 1828, le Dr Touchy publie un travail sur les mœurs du Négril qu'il désigne sous le nom d'*Eumolpus obscurus*. Il décrit aussi les larves de cet insecte et signale qu'elles accomplissent des migrations, lorsque les champs où elles se trouvent ne peuvent plus les nourrir, et ne s'arrêtent que quand elles rencontrent de nouvelle nourriture. Il parle aussi des métamorphoses du Coléoptère et des moyens que l'on peut employer pour le combattre. D'après cet auteur, la destruction de l'Insecte adulte, après recueil de celui-ci, n'est pas suffisante pour donner des résultats satisfaisants ; il est préférable de retarder la fauchaison de la première coupe de la Luzerne jusqu'au moment où les petites larves ont apparu ; elles périront, par suite du jeûne qu'elles subiront, parce qu'elles

(1) Beaucoup d'indications rapportées dans cette partie de mon travail ont été empruntées au petit mémoire de Nicolas Joly (1844).

ne sont pas encore capables d'émigrer pour rechercher d'autres lieux contenant la nourriture dont elles ont besoin.

Léon Dufour (1836) signala la présence du Négril dans le royaume de Valence (Espagne) et les moyens qu'emploient les habitants pour en combattre la larve. Celle-ci est désignée par eux sous le nom de *Cuq* et c'est elle qu'ils cherchent à détruire pour lutter contre les dégâts du Négril. Ils recueillent lesdites larves au moyen de sortes de filets fauchoirs formés d'une poche de toile dont l'entrée est maintenue béante par un cerceau le long duquel l'extrémité du sac de toile est attachée. En quelques instants on recueille, avec cet appareil, une grande quantité de larves qu'on écrase avec les pieds.

Daube (1836) recommande la méthode qui consiste à recueillir les adultes avant qu'ils aient effectué leur ponte. De cette manière, dit-il, pour chaque femelle détruite, on empêche l'éclosion de centaines de larves. Mais l'auteur n'indique pas comment on peut arriver pratiquement à ce résultat.

En 1838, Bosquet, membre de la Société royale d'agriculture de la Haute-Garonne, publia une note intéressante sur le *Colaspis atra*. Il dit que cet Insecte est « lié en quelque sorte à l'existence de la Luzerne »; qu'il ne tarde jamais, dans les parties méridionales de l'Europe, à se montrer sur cette plante quel que soit d'ailleurs l'éloignement de la nouvelle luzernière de toutes les terres où cette culture est déjà adoptée, tandis qu'il est encore inconnu dans le Nord de la France où la Luzerne est cependant acclimatée depuis un assez grand nombre d'années. L'auteur ajoute que la deuxième coupe de la Luzerne qu'il cultive est presque toujours détruite en partie par la *larve du Colaspis*. Les divers moyens essayés jusqu'ici pour arrêter les ravages de cet Insecte ont, dit-il été inefficaces. Celui qui consiste à couper la Luzerne quand on s'aperçoit des attaques du *Colaspis* ne peut être très efficace, parce que les larves n'apparaissent pas toutes ensemble et que l'on est obligé d'attendre que la Luzerne ait atteint un assez grand développement avant de la couper ; il y en a toujours ainsi une partie de détruite. Et si l'on pratique trop tôt la deuxième coupe, la troisième est attaquée à son tour par les larves tardivement développées. La lutte devrait être entreprise contre les adultes avant la ponte des œufs, de manière à empêcher la production des larves

L'auteur décrit ensuite l'habitude qu'a le Négril adulte de se laisser tomber, au moindre bruit, de la plante où il se trouve et de rester ensuite immobile pendant quelque temps. Les dégâts de l'adulte seraient peu importants. Les observations de l'auteur avaient été faites pour la première fois en 1837. L'accouplement aurait lieu lorsque la Luzerne a déjà acquis une partie de son développement ; l'abdomen de la femelle devient très gros.

Le Négril adulte, dans des expériences faites par l'auteur, fut recueilli au moyen d'une « boîte très légère en sapin » (de $0^m,45$ de longueur, $0^m,20$ de largeur et $0^m,15$ de profondeur), fixée diagonalement par le fond, sur une tringle de bois de 2 mètres de longueur. La capture se fait facilement dans ces condi-

tions ; on vide ensuite la boîte sur le sol et on écrase les insectes. Ceux-ci ne volent pas, bien qu'ils soient ailés. En répétant l'opération deux fois le même jour et une fois le lendemain, on constate qu'ultérieurement la Luzerne se trouve définitivement préservée.

L'auteur constata aussi que les larves de Négril s'enfoncent en terre et s'y transforment en nymphes puis en adultes qui restent enterrés jusqu'au printemps suivant.

Mais les expériences de Bosquet furent insuffisantes, car elles ne furent entreprises que sur un champ de très faible étendue et protégé par un mur d'entourage.

En 1840, Dupin appliqua, dans le département de l'Hérault, le procédé recommandé en 1828 par le Dr Touchy, c'est-à-dire la fauchaison tardive de la première coupe de la Luzerne et s'en montra satisfait.

La même année, dans l'Hérault également, Bouscaren (1840) fit connaître un nouveau procédé pour combattre le Négril. Il consiste à répandre, sur la plante attaquée, à l'époque où les larves s'y trouvent, des « cendres de chaux » ou de la chaux en poudre. Les larves ne résisteraient pas à ce traitement dont la Luzerne n'a pas au contraire à souffrir (1).

En 1843, Edm. de Limairac, membre et secrétaire de la Société royale d'Agriculture de la Haute-Garonne, publie un mémoire étendu sur le Négril. Il constate aussi les grands dégâts causés sur la seconde coupe de la Luzerne. Il vit que les larves de Négril se transportent en colonnes mobiles, d'un endroit à un autre. Il dit que le journal de l'Hérault conseille de retarder la fauchaison de la première coupe ; et il faut la retarder « jusqu'au moment où l'on croit que les larves vont éclore et prendre leur plus rapide développement ».

On peut attendre le moment où les larves commencent à paraître et abattre la Luzerne au moment où leur apparition est le plus générale ; ceci affame les larves qui vont naître. Et dans les années tardives, les fauchaisons seront retardées. A Toulouse, la végétation est en retard de quinze jours sur Béziers ; et ce n'est que vers le 15 mai que la première coupe est abattue ; dans le Bas-Languedoc, c'est fin avril, il convient d'en tenir compte.

Aux environs de Béziers, on a obtenu de bons résultats, et on vit des Luzernes intactes, à côté de Luzernes dévorées parce qu'on n'avait pas calculé le moment de la fauchaison.

En somme, l'auteur recommande le procédé proposé et appliqué par les cultivateurs de l'Hérault.

Dans l'ouvrage intitulé *Agriculture française*, écrit par les Inspecteurs de l'Agriculture, publié en 1843, pour le département de la Haute-Garonne (p. 236), il est dit que dans les terres de 1re classe, et par une culture soignée, les Luzernes donnent jusqu'à cinq coupes, mais qu'en général on ne compte que

(1) *Bulletin de la Société d'Agriculture de l'Hérault* (1840).

sur trois et même que la seconde est souvent détruite par le Négril. « A peine la seconde coupe commence-t-elle à poindre, des myriades de larves de Négril s'attachent aux tiges de la plante, surtout à la partie inférieure ; à mesure qu'elles en ont rongé les feuilles, elles passent à une autre ; on les voit alors se transporter par bandes innombrables à travers les champs et le long des routes, pour se rendre à une autre luzernière. La distance ni les obstacles ne les arrêtent ; elles franchissent murs et fossés. Leurs ravages ne cessent que lorsque la seconde période de leur existence est accomplie et qu'elles s'enfoncent en terre pour se métamorphoser en chrysalides (*sic*). L'Insecte parvenu à l'état parfait cesse d'être redoutable à la Luzerne. Divers moyens ont été proposés dans ces derniers temps pour combattre ce fléau. On a proposé de faire passer le rouleau sur la Luzerne au moment où ces Insectes y sont réunis par masses ; mais l'action de l'instrument est en partie neutralisée par les tiges mêmes de la Luzerne. Les uns conseillent de ramasser les larves, d'autres veulent qu'on attaque de préférence l'Insecte parfait vers l'époque de son accouplement. Ces moyens, malheureusement, sont inapplicables en grande culture. Le dernier procédé, toutefois, serait plus efficace : il contribuerait à détruire ces immenses générations que le Négril adulte contient en germe dans son abdomen.

Il y a lieu de remarquer que dès les époques assez lointaines auxquelles remontent les travaux dont il vient d'être donné une courte analyse, les problèmes relatifs aux principaux moyens dont on peut user pour combattre les ravages du Négril ont été assez nettement posés sinon résolus.

DEUXIÈME PÉRIODE : 1844 à 1911.

En 1844 parut, dans les *Annales des Sciences naturelles* et dans le *Bulletin de la Société d'Agriculture de l'Hérault*, le mémoire de Nicolas Joly ayant pour titre : « Histoire d'un petit insecte Coléoptère (*Colaspidema atra* Latr.) qui ravage les Luzernes du Midi de la France, suivie de l'indication des procédés à employer pour le détruire.

Dans ce petit mémoire qui représente, malgré qu'il soit très imparfait, le travail le plus important publié jusque-là sur le Négril, l'auteur établit une subdivision en trois parties dans lesquelles il s'occupe de l'historique des travaux sur le Négril, de la morphologie externe et interne de celui-ci, de ses mœurs, de sa reproduction et enfin des moyens à employer pour le combattre

Ayant l'intention de revenir sur tous ces points dans la suite du présent mémoire, je me bornerai à indiquer ici qu'au sujet de la dernière partie de son mémoire, Joly distingue quatre groupes de méthodes susceptibles d'être utilisées dans la lutte contre le Négril :

1° Recueillir l'insecte parfait

2° Recueillir la larve ;

3° Prendre la larve par la famine ;

4° L'éloigner au moyen de certaines substances qui lui sont nuisibles.

Sur beaucoup de points, le mémoire de Joly est entaché d'erreurs, et en ce qui concerne les moyens de combattre le Négril, l'auteur n'apporte, en réalité, aucune contribution méritant d'être notée.

En 1852, Joly, dans le *Nouveau Manuel complet du destructeur des animaux nuisibles* de la collection Roret (p. 192-195) se borna à publier un article résumant son mémoire de 1844.

En 1874, Édouard Lefèvre, dans un mémoire contenant une monographie des espèces du genre *Colaspidema*, publié dans les *Annales de la Société entomologique de France*, s'inspira, en ce qui concerne *Colaspidema atra*, aussi uniquement des recherches de Joly. Toutes les erreurs contenues dans le travail de cet auteur sont reproduites par Ed. Lefèvre.

En 1889-1901, dans sa faune des Coléoptères du bassin de la Seine (t. V p. 273-274), Louis Bedel indique que le Négril se rencontre dans les parties méridionales de la France en avril, mai, juillet et septembre. Il signale aussi la présence de cet insecte dans l'Yonne, l'Anjou, la Gascogne, le Languedoc, la Provence, la péninsule Ibérique et en Algérie.

Les travaux de Louis Roule furent poursuivis au cours des années 1901 et 1902. Les résultats en ont été publiés dans deux petits mémoires, dont l'un concerne le « cycle biologique » du Négril et l'autre les meilleurs moyens de le combattre.

Au sujet de la ponte des œufs, l'auteur pense qu'elle a lieu généralement sur le sol, « dans un enfoncement entre deux mottes, une fente si minime soit-elle » ; chaque femelle pondrait en plusieurs fois 80 à 100 œufs. Elle se place sur le dos et rejette la totalité de ses œufs en deux ou trois fois, En disséquant des Négrils, l'auteur a rarement vu le chiffre des œufs dépasser la centaine.

Ce seraient les larves qui feraient le plus de dégâts ; par rapport à elles les adultes seraient presque inoffensifs.

Les feuilles des Luzernes portent le plus souvent, dans les prairies attaquées, les mues et les déjections des larves.

Les adultes générateurs disparaissent peu après qu'ils se sont reproduits

Les larves descendent à 10 ou 15 centimètres de profondeur dans le sol pour y subir leur métamorphose ; elles se roulent en boule et se creusent une sorte de logette arrondie où la nymphe et l'adulte restent contenus pendant toute la durée de l'automne et de l'hiver.

En résumé, le Négril passe deux mois sur le sol et dix mois sous terre.

Il n'y aurait jamais deux générations annuelles.

En ce qui concerne les procédés à employer pour combattre le Négril, Louis Roule pense que les traitements contre les adultes enfoncés dans le sol ne sauraient être pratiqués, car les Négrils sont alors à l'état de vie latente et trop bien protégés. Il préconise au contraire, contre le ravageur de la Luzerne. l'emploi des volailles et le ramassage direct. En outre il recommande aussi la fauchaison de la Luzerne et l'emploi de rouleaux écraseurs. On a vu plus haut

que ces deux procédés avaient déjà été recommandés autrefois. D'après ROULE, les rouleaux pourraient, en passant dans les champs nouvellement fauchés écraser les larves de Négril tombées sur e sol.

TROISIÈME PÉRIODE : 1911 à 1925.

Il est certain que de tous les travaux qui viennent d'être brièvement analysés résultent de nombreux faits permettant déjà de se rendre compte des principaux problèmes qui se posent au sujet de la lutte contre les ravages du Négril, mais il serait bien difficile d'en déduire avec certitude quelles sont les meilleures solutions à adopter au sujet de ces problèmes.

Mes observations personnelles, poursuivies pendant de nombreuses années ont eu pour but d'apporter des précisions utiles à ce sujet.

Dans les recherches sur les propriétés insecticides de la naphtaline, du sulfure de carbone et du toluène, que j'ai publiées, en collaboration avec AUDIGÉ, de 1912 à 1922, les œufs, les larves et les adultes de Négril ont été choisis comme sujets principaux d'étude. Les conclusions qui se dégagent de ces recherches s'appliquent donc tout particulièrement aux Négrils. C'est ainsi que les procédés qui consisteraient à employer la naphtaline pour éloigner ces Insectes des Luzernes qu'ils attaquent ne sauraient être efficaces. L'emploi de sulfure de carbone pour détruire les adultes qui hibervent dans le sol n'aurait probablement qu'un résultat incertain, ou bien il faudrait avoir recours à l'emploi de trop grandes quantités de cet insecticide pour que ce procédé soit réellement pratique. Le toluène, dans des conditions à déterminer, pourrait peut-être être utilisé contre les adultes et les larves.

En 1914, je fis connaître la grande fécondité du Négril. La femelle de cet Insecte peut pondre un grand nombre de fois et pendant un temps très long (un mois et même davantage).

Le nombre d'œufs pondus, beaucoup plus considérable que les auteurs ne l'avaient affirmé, peut parfois atteindre près d'un millier.

En 1916, dans une communication faite à la Société d'Histoire naturelle de Toulouse, je signalai l'existence d'un parasite des larves de Négril, la *Meigenia floralis* Meig.

En 1917, dans un mémoire sur le Négril de la Luzerne, la Galéruque de l'Orme et la Galéruque de l'Aulne, je fis connaître de nombreux faits concernant la date de l'apparition des premiers Négrils dans les champs de Luzerne au printemps, la date de la disparition de ces Insectes, l'existence exceptionnelle d'une deuxième génération, la multiplicité des pontes chez les femelles, différents détails sur la durée du développement embryonnaire, de la vie larvaire et de la nymphose et l'importance de la quantité de nourriture qu'absorbent respectivement les adultes et les larves pendant la durée de leur existence. Enfin, dans le même travail je fis connaître la manière dont *Meigenia floralis* dépose ses œufs sur le corps des larves de Négril.

La même année 1917, dans un autre article, je fis connaître de nouveaux détails sur le rôle destructeur que *Meigenia floralis* joue vis-à-vis du Négril.

En 1919, Mlle H Muratet, préparateur au laboratoire que je dirige à la Faculté des Sciences de Toulouse, fit connaître que les larves de Négril, pendant leur migration, peuvent envahir les jardins et les potagers et s'attaquer à de nombreuses plantes qui s'y trouvent.

En 1919, P. de Peyerimhoff, ne connaissant probablement pas le travail de Fabricius, annonça que le Négril se trouve en Algérie sur *Vicia sativa* L. et *Medicago murex* Willd. Et l'auteur ajoute que « la présence de cet ennemi des Légumineuses fourragères est à surveiller dans le nord de l'Afrique »

En 1921, Paul Vayssière, dans un travail sur « les Insectes nuisibles aux cultures du Maroc » fit connaître que le Négril cause des dégâts dans les luzernières de ce pays. Je reviendrai sur ce point dans le chapitre II du présent mémoire.

Enfin, en 1922, je publiai, dans la *Revue de zoologie agricole et appliquée*, deux petits mémoires sur « l'ancienneté du Négril et les régions diverses où on a signalé sa présence », et sur les « plantes diverses pouvant servir d'aliment au Négril ». Les faits qui y sont relatés étant reproduits dans le présent mémoire, je ne ferai ici que signaler ces deux publications sans les analyser.

CHAPITRE II

ENQUÊTE RELATIVE AUX CONDITIONS DANS LESQUELLES S'EXERCE ACTUELLEMENT LE ROLE DESTRUCTEUR DU NÉGRIL DANS LES DIVERSES RÉGIONS OU CET INSECTE CAUSE DES DÉGATS

Le résumé historique contenu dans le chapitre ci-dessus montre que le Négril peut causer des dégâts importants dans des régions très nombreuses. Mais il ne nous renseigne pas suffisamment sur l'importance du rôle destructeur qu'il joue actuellement dans chacun des départements français où on le rencontre, ni ne nous fait pas connaître la manière dont les agriculteurs des diverses contrées cherchent à se protéger contre lui. En vue de combler au moins en partie cette lacune, je donnerai ici un résumé des faits relatifs au Négril qui ont été signalés, au cours de ces dernières années, dans les rapports phytopathologiques publiés dans les *Annales des Epiphyties* (t. I à IX) par M. le Dr Paul Marchal. En outre je ferai connaître les faits essentiels résultant d'une enquête faite auprès des directeurs des services agricoles des principaux départements où sévit le Négril. La plupart de ces directeurs me donnèrent fort obligeamment les renseignements que je désirais et je les en remercie.

J'ai pu obtenir aussi une documentation intéressante en ce qui concerne l'Espagne, grâce à l'obligeance de MM. Henri Mérimée, directeur de l'Institut français de Madrid et J. J. A. Bertrand, directeur de l'Institut français de

Barcelone. Le premier me mit en rapport avec M. Candido Bolivar, professeur à la Faculté des sciences de Madrid, chargé de la section d'Entomologie au musée d'histoire naturelle. Ce savant me fit parvenir une note intéressante de la station de pathologie végétale de l'Institut agricole Alphonse XII. Le second me mit en relation avec M. D. Vilar, secrétaire du nouvel Institut agricole du Polytechnicum de Barcelone, qui m'envoya une note d'un grand intérêt se rapportant plus spécialement à la Catalogne. Je suis reconnaissant à toutes les personnes que je viens de désigner d'avoir bien voulu s'intéresser à mon travail.

Enfin, relativement au Maroc, le récent mémoire de P. Vayssière (1921) fournit des données que je signalerai aussi dans ce chapitre.

A. — PRINCIPAUX FAITS CITÉS D'APRÈS LES RAPPORTS PHYTOPATHOLOGIQUES DE P. MARCHAL

De 1912 à 1922, les départements spécialement signalés comme ayant eu à souffrir des attaques du Négril sont :

1912 : L'Aude, les Pyrénées-Orientales, les Bouches-du-Rhône et diverses régions méridionales, notamment la Haute-Garonne, le Tarn-et-Garonne, le Var et la Vendée (Fontenay-le-Comte).

1913 : Les Deux-Sèvres, Tarn-et-Garonne, les Bouches-du-Rhône, la Drôme, les Basses-Alpes, l'Aude et le Lot-et-Garonne.

1914 : L'Aude, les Bouches-du-Rhône, le Gard, la Haute-Garonne, la Drôme, la Dordogne.

1915 : L'Aude, la Dordogne.

1916 et 1917 : La Haute-Garonne (surtout en 1917), l'Ardèche.

1918 : La Haute-Garonne et les départements voisins.

1919 et 1920 : Le Tarn-et-Garonne, la Haute-Garonne, la Charente-Inférieure, le Gard, l'Hérault et les Bouches-du-Rhône.

1921 : Les départements de la vallée du Rhône, le Var.

1922 : Le Gers, les Pyrénées-Orientales.

La nomenclature qui précède est très succincte et par suite certainement assez incomplète ; elle dénote néanmoins que le Négril est plus fréquemment nuisible dans certains départements, tels que l'Aude, la Haute-Garonne, les Bouches-du-Rhône : on peut ajouter que ses dégâts présentent des degrés très variables d'intensité d'une année à l'autre, même dans un département déterminé.

Dans certains cas, la première coupe est signalée comme particulièrement atteinte tandis que dans d'autres cas c'est la deuxième coupe qui est surtout détruite. En 1914, le rapport phytopathologique signale que dans la Haute-Garonne l'évolution du Négril a subi un retard très notable. Les dégâts habi-

tuels n'auraient commencé, cette année-là, que vers la fin de juin (1).

Enfin les rapports signalent que des essais de traitement par la cyanamide pratiqués dans la Drôme ont donné de bons résultats.

B. — INDICATIONS DONNÉES PAR LES DIRECTEURS DES SERVICES AGRICOLES

Ces indications permettent de classer les départements en plusieurs catégories d'après la valeur moyenne des pertes annuelles causées par le Négril. Cette classification n'a d'ailleurs qu'une valeur relative, étant donnée la difficulté qu'il y a à évaluer exactement le chiffre moyen des pertes causées par l'insecte.

Première catégorie. — Départements où les pertes de l'Agriculture dues au Négril sont très considérables.

I. *Haute-Garonne.* — Le Négril y est très répandu, surtout dans les régions où la Luzerne est cultivée sur une grande étendue, notamment le Lauragais, la plus grande partie de l'arrondissement de Muret et la région nord de l'arrondissement de Saint-Gaudens (cantons de l'Isle-en-Dodon, Boulogne et Aurignac).

On cultive également la Luzerne sur presque toute l'étendue du département, sauf dans la partie montagneuse ou trop froide, mais là cette plante, se trouvant en cultures plus éparpillées, subit moins les atteintes du Négril.

Depuis très longtemps, on se préoccupe de détruire le Négril, surtout dans les régions où il occasionne de graves dégâts. Le procédé le plus efficace consiste à faucher la luzernière dès que les dégâts sont très apparents et la larve très abondante, en ayant soin de laisser, de distance en distance, tous les 40 à 50 mètres, un andain d'un mètre de large non fauché, où tous les Négrils se réfugient. On applique sur cet andain, couvert de larves, de la chaux vive en poudre qui les détruit par sa causticité.

En moyenne on récolte dans le département, 900 000 quintaux de fourrage sec de Luzerne ; au prix de 18 francs le quintal, cette récolte vaut 16 200 000 francs. On peut évaluer au quart le montant des dégâts occasionnés par le Négril, soit à 4 050 000 francs environ.

II. *Gers.* — Les dégâts moyens annuels occasionnés par la larve du Négril sur la deuxième coupe de la luzerne peuvent être évalués approximativement à un million de francs.

Les agriculteurs ne cherchent pas à lutter systématiquement contre ce parasite.

(1) On pourrait peut-être invoquer ce fait pour admettre que la 2e génération exceptionnelle que je signale dans le chapitre IV ne représente que la fin de la période de reproduction normale et non une véritable 2e génération (voir le ch. IV).

Deuxième catégorie. — Département où les dégâts sont encore importants.

I. *Lot-et-Garonne.* — La larve de Négril cause des dégâts assez importants, mais variables avec les années, sur les deuxièmes coupes de Luzerne.

On n'emploie pas ici de chasse-babotes, on fauche hâtivement dès que l'invasion commence.

Nous avons conseillé de faire manger les adultes par les dindons, d'écraser les larves et les adultes avec le rouleau passé sur des bandes de Luzerne laissées dans les champs, de tuer les larves avec de la chaux vive ; nous avons conseillé aussi les poisons.

II. *Tarn-et-Garonne.* — Le Négril attaque la deuxième coupe de la Luzerne. L'importance des attaques est variable et subordonnée à la température. La sécheresse favorise les larves, l'humidité favorise au contraire la Luzerne et nuit à l'extension du Négril.

Il est exceptionnel que les attaques du Négril occasionnent une perte totale des champs atteints. Après la disparition naturelle du Négril, le plant de Luzerne émet de nouvelles feuilles qui réduisent les dégâts.

On cherche rarement à détruire le Négril. Les produits insecticides recommandés, s'ils se montrent efficaces contre l'insecte, diminuent la qualité du fourrage que les animaux ne consomment plus volontiers.

Quand la végétation est assez avancée, le cultivateur fait une coupe un peu hâtive de la Luzerne, sauvant ainsi sa récolte.

Il semble que les attaques du Négril soient en décroissance. Le fait provient sans doute de la coupe tardive de la première coupe, pratique qui tend à se répandre, moins par suite des bons résultats observés que par le manque de main-d'œuvre ou de l'usage plus général du superphosphate qui a peut-être une action insecticide.

Il y a une vingtaine d'années on employait des appareils de ramassage construits souvent par les propriétaires ou par les forgerons. Ils consistaient en boîtes dont l'avant était muni d'une lame de fer blanc. Ces boîtes, montées sur de petites roues étaient poussées à la main sur les places envahies ; les larves juchées au sommet des plantes tombaient dans la boîte, puis étaient recueillies.

L'emploi de ces appareils est aujourd'hui abandonné.

Dégâts causés par le Négril dans la commune de Lafitte (Tarn-et-Garonne). — Grâce à l'obligeance de M. Bernès, instituteur à Lafitte, j'ai pu avoir des renseignements très précis sur le tort que cause le Négril aux cultures de Luzerne de cette petite commune (300 habitants environ). En 1924, l'étendue des champs cultivés en Luzerne fut de 109 hectares qui produisirent en moyenne 47 quintaux métriques de fourrage chacun, en y comprenant les 4 coupes dont la première est en général indemne, la deuxième détruite entièrement (surtout

dans les jeunes Luzernes, les vieilles étant moins attaquées), la troisième un peu atteinte et la quatrième complètement indemne.

On peut admettre ici que le cinquième de la récolte totale est détruit par le Négril. Evaluée en francs, cette perte est de 20 480 francs.

La destruction en Tarn-et-Garonne, pour la seule vallée de la Garonne où se trouvent 10 communes serait donc égale à environ 200 000 francs.

Les habitants de Lafitte et des environs combattent parfois le Négril en coupant la première coupe très jeune, ou en recueillant l'insecte au moyen de paniers qu'ils passent sur la Luzerne et dans lesquels les insectes tombent. Ces insectes sont ensuite donnés aux poules.

III. *Tarn.* — Le Négril fait des dégâts importants chaque année. On peut estimer la perte annuelle en moyenne à 30 p. 100 de la deuxième coupe, ce qui représente, pour le département tout entier, une somme de 300 000 francs.

Les cultivateurs ont essayé, il y a déjà longtemps, divers procédés de lutte, tels que la chaux en poudre. Le résultat ayant été jugé insuffisant, ou nuisible au fourrage, ces procédés ont été abandonnés. D'autre part, la propriété est trop morcelée, dans le Tarn, pour que les procédés d'isolement, applicables dans d'autres régions, puissent y être utilisés.

IV. *Bouches-du-Rhône.* — Le nombre d'hectares de Luzerne actuellement cultivés est d'environ 9 000. Selon les situations on peut faire de 4 à 6 coupes. Ce sont généralement les deuxième et troisième coupes qui sont le plus attaquées. Les dégâts varient avec les années. Parfois ils sont relativement très considérables. Les Négrils apparaissent surtout par périodes. En pleine invasion, ils peuvent détruire certaines coupes à peu près entièrement.

Les procédés de lutte ne sont que peu ou pas pratiqués.

V. *Pyrénées-Orientales.* — Les luzernières occupent dans le département une surface relativement restreinte, 3 500 hectares sur environ 49 000 hectares de terres labourables. Le Négril cause dans ces Luzernes des dégâts dont l'importance varie avec les années et que l'on peut approximativement évaluer à environ 4 à 500 kilos de fourrage sec par hectare.

Contre cet insecte un certain nombre d'agriculteurs luttent par des fauchages prématurés.

VI. *Var.* — Le Négril cause chaque année quelques dégâts aux deuxièmes coupes de Luzerne. Les attaques sont cependant dispersées et rarement calamiteuses. Il est difficile de préciser en argent l'importance de ces ravages. Renseignements pris de divers côtés, elle est d'une trentaine de milliers de francs par an.

On combat peu l'insecte ; cependant les bons agriculteurs savent faucher prématurément, c'est-à-dire dès l'apparition du parasite. D'autres laissent une bande non fauchée où se réfugient les insectes que l'on détruit alors soit par le roulage, soit par des poudrages de chaux. Enfin quelques agriculteurs répandent sur leur Luzerne, si la pousse n'est pas très avancée, de la chaux en poudre avec les soufreuses à traction.

Il n'existe pas d'appareils spéciaux permettant d'anéantir les adultes ou les larves.

VII. *Drôme.* — Après s'être révélé quelque peu menaçant — nos secondes coupes en souffrirent alors sérieusement — durant une dizaine d'années, de 1902 à 1912, plus particulièrement, cet insecte (ici ou le connaît sous le nom de Neïron) qui se montre plus ou moins chaque année, n'a pas commis depuis cette époque de dégâts très importants, bien que nous comptions environ 35 000 hectares de Luzerne.

De 1907 à 1911 des expériences de traitements furent organisées et les conclusions en furent les suivantes :

1° L'arséniate de plomb se montra inefficace ;

2° La cyanamide (en poudre) donna des résultats concluants mais présenta l'inconvénient de jaunir la Luzerne qui revint cependant à sa teinte normale environ trois semaines après le traitement ;

3° Une certaine poudre contenant de l'arsenic sous une forme que j'ignore donna des résultats excellents chez divers expérimentateurs.

Depuis lors le Négril ne s'étant jamais montré menaçant, ces traitements n'ont pas eu à être généralisés.

VIII. *Ardèche.* — Le Négril réduit à peu près régulièrement chaque année de 50 p. 100 la production de la deuxième coupe, la seule qui souffre réellement de ses attaques dans le sud du département où se trouve confinée la culture dont il s'agit.

On peut estimer à près de 4 500 hectares la surface ainsi atteinte. Les préjudices causés par cet insecte dépendent naturellement des conditions climatériques ; toutefois il est permis de les évaluer à 8 quintaux environ par hectare, soit, pour l'ensemble de la surface envahie, à 36 000 quintaux.

Les habitants ne pratiquent aucun traitement ; certains se contentent de faucher prématurément à l'apparition du parasite qui a justement lieu au moment où toute l'activité du personnel de la ferme est absorbée par l'élevage des vers à soie et le sulfatage des vignes.

Troisième catégorie. — Départements où le Négril cause seulement des dégâts peu importants.

I. *Vendée.* — La Luzerne est cultivée actuellement sur 19 644 hectares. Elle donne en général deux coupes et du pacage.

Le Négril cause bien quelques dégâts de temps en temps, mais on ne se préoccupe guère de le détruire ; on se contente d'ordinaire de faucher hâtivement les parcelles qui en sont atteintes.

II. *Gironde.* — Le Négril n'est considéré en Gironde que comme un parasite de la Luzerne tout à fait négligeable.

Jamais aucun agriculteur n'a manifesté d'inquiétudes à son sujet, ni demandé de renseignements concernant sa destruction.

III. *Gard.* — Le Négril cause quelquefois des dégâts sur la Luzerne, mais d'une façon très irrégulière. Il est donc difficile d'évaluer en moyenne la valeur du tort causé chaque année.

En général les cultivateurs n'emploient pas de procédés spéciaux pour combattre l'insecte, et en particulier n'utilisent pas les appareils tels que les chasse-babottes.

IV. *Hérault.* — Dans l'Hérault il est possible que le Négril ait sévi jadis, mais depuis près de vingt ans la direction actuelle des services agricoles n'a jamais entendu parler de sérieux dégâts ; les agriculteurs ne s'en préoccupent guère.

Des essais de savon au pyrèthre, au jardin de la société d'horticulture, ont prouvé l'efficacité de cet insecticide.

V. *Aveyron.* — Le Négril ne cause, dans le département de l'Aveyron, que des dégâts de peu d'importance. L'année dernière une vingtaine d'agriculteurs, peut-être, se sont plaints de ses dévastations qui ne sont jamais d'ailleurs très prononcées. On peut estimer ces dégâts à 200 ou 300 quintaux de foin au maximum.

VI. *Charente-Inférieure.* — Le nombre d'hectares de Luzerne cultivés est de 44 333. Il y a chaque année deux coupes, la troisième étant paturée. Le Négril attaque surtout la deuxième.

Les dommages, actuellement, sont moins de 0,5 p. 100. Les habitants se contentent de faucher immédiatement la partie attaquée si elle est assez développée, ou alors ils font pâturer.

VII. *Ariège.* — La culture de la Luzerne est relativement peu étendue ; 9 000 hectares sur 132 000 hectares de terres labourables.

Les champs de Luzerne sont éloignés les uns des autres et le Négril fait peu de dégâts. Je n'ai jamais entendu les cultivateurs se plaindre sérieusement des dégâts de cet insecte. Les champs de Luzerne que j'ai eu l'occasion de parcourir portaient quelques traces des attaques du Négril, mais peu étendues et qui ne semblaient pas devoir compromettre la récolte.

Les agriculteurs fauchent la Luzerne dès que le Négril commence à trop s'étendre et dans la coupe qui suit on ne voit plus le parasite.

Il faut aussi signaler que le plus souvent la seconde coupe est très réduite du fait de la sécheresse et des fortes chaleurs, conditions qui dessèchent fortement un sol d'alluvions anciennes reposant sur un lit de sables, de graviers ou de cailloux, ce qui empêche toute humidité de remonter du sous-sol. Peut-être y a-t-il dans ce fait une condition de milieu défavorable à la multiplication de l'insecte, mais aucune observation précise ne vient appuyer cette opinion.

VIII. *Deux-Sèvres.* — Le Négril cause des dommages peu importants. Très rares sont les agriculteurs qui m'ont signalé son apparition dans leur luzer-

nière. Toutefois, quand l'invasion paraît plus menaçante, surtout en année sèche, le remède le plus généralement employé est le fauchage prématuré et l'épandage de chaux vive sur l'insecte.

Quant à la superficie cultivée en Luzerne dans le département, elle atteint, d'après la statistique de 1924, 35 339^{ha},60.

Quatrième catégorie. — Départements où les dégats causés par le Négril sont en général négligeables.

I. *Dordogne.* — Le Négril de la Luzerne est fort rare et n'a pas donné lieu à des dégâts importants.

Rien n'a été tenté pour lutter contre cet insecte.

La Luzerne est cultivée sur une superficie de 10 829 hectares.

II. *Landes.* — La culture de la Luzerne est peu étendue : (en 1924, 678 hectares sur un territoire de 930 000 hectares). C'est en Chalosse qu'on rencontre quelques luzernières en très petites parcelles. Elles sont conservées pendant très peu de temps. Je n'ai jamais vu de Négril.

III. *Basses-Pyrénées.* — La culture de la Luzerne y est très restreinte.

On ne m'a pas signalé de Négril dans le département.

IV. *Hautes-Pyrénées.* — Dans ce département le Négril parait rare ou même complètement absent, bien qu'on cultive un peu la Luzerne dans les arrondissements de Tarbes et de Bagnères-de-Bigorre.

A mon grand regret je n'ai pu me procurer aucun renseignement concernant les départements du Lot, de la Lozère, de l'Aude, de Vaucluse, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes ; mais il n'est pas douteux que dans certains d'entre eux, les dégâts causés par le Négril soient loin d'être négligeables.

C. — LE NÉGRIL EN ESPAGNE

I. — Note de l'Institut agricole Alphonse XII, station de pathologie végétale, envoyée par M. Candido Bolivar et traduite en français par M. Henri Mérimée (28 mars 1925).

Note sur le *Colaspidema atrum* en Espagne et sur les moyens employés pour le combattre.

Noms culgaires : Cuca, Cuquillo, Gusano negro (vers noir), Cuca negra.

Régions espagnoles où il se rencontre surtout : Aragon, Catalogne, provinces de Valence et de Murcie. Parfois aussi dans les régions humides de la partie centrale (Aranjuez).

Importance des dégâts. — Si on ne le combat pas, il provoque la perte d'une coupe et parfois de deux, ce qui non seulement diminue la récolte mais abrège la durée de la plantation de Luzerne.

Moyens employés pour combattre le fléau. — Ce sont surtout les suivants :

a. Avancer la récolte lorsque le fléau se présente et aussitôt passer sur le terrain, à plusieurs reprises, ce qu'on appelle *rastra* dans la région de Valence, c'est-à-dire un grand faisceau de sarments ou de branchages du même genre, sur lequel on place une planche qui sert de siège à un ouvrier dont la présence a pour objet d'augmenter le poids; cet instrument agricole improvisé est traîné par une bête de somme. L'opération, outre qu'elle détruit un grand nombre de larves favorise la reprise du fourrage.

b. On emploie aussi un système de défense qui consiste à former une barrière ou zone de défense, de 2 à 3 mètres de largeur, en bordure des murs de torchis, des haies et des talus où l'insecte hiverne. Ces zones sont saupoudrées avec de la chaux ou avec la préparation suivante :

Cyanamide de calcium	1	partie (en poids).
Cendres	1	—
Plâtre	2	—

c. Le procédé le plus efficace est celui qui consiste à pulvériser une zone de défense ou toute la plantation si elle est déjà envahie, avec un liquide composé de :

Arséniate de soude anhydre	400 grammes.
Chaux récemment éteinte, très fine et tamisée	800 —
Eau	100 litres

Le fourrage ainsi traité peut être donné au bétail sans danger après huit jours. Comme l'arséniate de chaux est neutre quand il est préparé de cette manière, il ne nuit pas à la plante ; et employé sans fixatif il se détache facilement par la croissance de celle-ci, si rapide sous ces climats (Valence et Murcie).

d. Instruments employés pour capturer le *Colaspidema*.

L'unique appareil employé pour capturer les larves est celui qu'on appelle *descucadora*. Il consiste en un long manche qui au bout supporte une bourse en toile avec un cerceau en bois de forme elliptique allongée et de peu de profondeur (environ $0^m,60$ de largeur à l'ouverture et $0^m,25$ à $0^m,30$ de profondeur). Cet instrument, sorte de filet faucheur, est employé en le promenant horizontalement avec un mouvement analogue à celui de la faux. La cueillette des larves se complète par un arrosage, aussitôt après avoir passé le *descucadora*, afin de noyer les larves tombées sur le sol.

II. — Notes transmises par M. J.-J. A. Bertrand.

Ces notes sont au nombre de deux et rédigées en Catalan. La première, due à M. D. Vilar contient divers renseignements dont voici l'essentiel :

Le Négril se rencontre dans toute l'Espagne et de temps immémorial il est

connu comme étant très abondant surtout en Aragon, à Valence et dans la Catalogne qui sont les régions les meilleures productrices de Luzerne, car ces provinces fournissent 80 p. 100 de la production totale espagnole.

Le Négril est aussi appelé cuca, pulgon de la luzerne etc. Il n'existe pas de chiffre officiel indiquant la valeur des dégâts causés par l'insecte. Mais on peut se rendre compte de l'importance de ces dégâts en remarquant que l'étendue des cultures de Luzerne atteint en Espagne 74 950 hectares (en 1922), et que le Négril cause la perte de toute la seconde coupe et d'une partie de la troisième. Le produit de la seconde coupe varie par hectare de 40 à 70 quintaux métriques de plante fraîche suivant les régions.

En général l'insecte est peu combattu parce que les habitants se résignent à supporter ses dégâts. Mais, surtout en Catalogne, on s'efforce cependant de pratiquer sa destruction par les meilleurs moyens dont on dispose. C'est ainsi que l'on circonscrit les zones attaquées si elles sont petites — que l'on emploie des pulvérisations de naphtaline et de chaux, procédé qui est maintenant reconnu du reste comme peu efficace — mais surtout que l'on pratique le traitement par l'arsenic, méthode qui donne d'excellents résultats.

En Catalogne, l'appareil signalé par Léon Dufour en 1826 et qui correspond sans aucun doute au *descucadora* dont il vient d'être parlé, paraît être complètement inconnu.

La deuxième note, qui est imprimée, comprend les instructions officielles de la Mancommunauté de Catalogne (Mancomunitat de Catalunya).

Les faits essentiels de la biologie et de la reproduction du Négril y sont exposés. Il y est question du rôle destructeur que remplissent les oiseaux insectivores et que peuvent remplir les oiseaux de basse-cour. Mais surtout on y recommande l'emploi des insecticides arsenicaux et on donne la formule de l'arséniate de chaux dont il vient d'être question plus haut.

La préparation peut se faire dans des comportes ou d'autres récipients.

L'arséniate de soude se dissout dans 10 litres d'eau ; la chaux également dans un autre récipient contenant aussi 10 litres d'eau. On verse la solution de chaux dans la solution d'arseniate de soude et on ajoute 80 litres d'eau au mélange.

Lorsqu'apparaissent les larves on pratique d'abord une première coupe dans le champ de Luzerne que l'on veut traiter. On laisse de 5 en 5 mètres des bandes de Luzerne d'un mètre de large dans lesquelles s'accumulent toutes les larves. On tue alors celles-ci en projetant, au pulvérisateur, la substance arsénicale sur la plante où elles se trouvent. De cette manière on peut faire une grande économie d'arseniate.

La substance est toxique, mais la petite quantité employée est complètement inoffensive si la Luzerne n'est pas donnée aux bestiaux avant vingt jours depuis l'instant du traitement, car les pluies et la rosée suffisent pour enlever les traces de poison qui pourraient rester sur la plante.

D. — LE NÈGRIL EN AFRIQUE

En Algérie le Négril ne cause jusqu'ici aucun dégât. Mais il convient de ne pas oublier qu'il s'y rencontre et y a été signalé il y a bien longtemps par FABRICIUS et plus récemment par P. de PEYERIMHOFF. Au Maroc il a été reconnu par P. VAYSSIÈRE en 1921. Cet entomologiste le rencontra en particulier à Marrakech dans les luzernières de la Ménara et du jardin d'essai. Il ne se trouverait pas dans d'autres régions. Ce serait vers le 25 mars 1919 qu'il serait apparu dans les cultures de la Ménara. Pourtant, les indigènes disent qu'en 1918 il fut abondant dans la luzernière de Biodh-Ouest. A la Ménara, en 1919, on fit opérer une coupe de la Luzerne afin d'enrayer les ravages du Négril. VAYSSIÈRE rapporte qu'il vit un champ dans lequel les larves, groupées sur un même front, avançaient en rasant la Luzerne. Il pense qu'il serait nécessaire, à l'avenir, d'effectuer la première coupe assez tôt pour que les larves, à l'éclosion, trouvent une Luzerne déjà dure et coriace. Et il émet aussi l'idée que des épandages de chaux vive fraîchement effritée sur les feuilles pourraient être utilisées. De même la cyanamide de calcium, à raison de 100 kilos par hectare, additionnés de 200 kilos de plâtre agricole et 100 kilos de cendres de bois, pourrait être distribuée à l'aide du semoir à engrais, dès l'enlèvement de la première coupe.

CHAPITRE III

DESCRIPTION SOMMAIRE DU NÉGRIL

Dans ce chapitre il sera question à peu près uniquement des caractères extérieurs du Négril, et même seulement de ceux qui sont les plus faciles à observer ; l'étude détaillée de la morphologie interne de cet insecte ne serait ici d'aucun intérêt.

1° **Négril adulte** (Fig. 1 et 2). C'est un Coléoptère de la famille des Chrysomélides. Il a reçu, suivant les époques et suivant les pays où on le rencontre, des noms variés, dont les principaux sont les suivants :

Colaspis barbara (Fabricius).

Chrysomela atra (Olivier).

Colaspis atra (Latreille, Léon Dufour, Daube, Bosquet, etc.).

Eumolpus obscurus (Touchy, Dupin, Bouscaren).

Colaphus barbarus (Mégerle).

Colaspidema atrum (Laporte).

De plus, il reçut des noms vulgaires déjà indiqués dans les chapitres précédents, tels que : Eumolpe, Canille, Babote noire, Baverote, Cuc, Neïron,

Pulgon de la Luzerne. *Cuquillo*. Gusano negro (Ver noir). Cuca negra.

D'après Joly, les caractères principaux du genre *Colaspidema*, qui se rapproche beaucoup du genre *Chrysomela*, sont les suivants :

Corps ovoïde ou ovalaire. Palpes maxillaires finissant en pointe. Antennes filiformes ou grossissant insensiblement de la base au sommet, un peu plus longues que la moitié du corps, composées de dix articles obconico-cylindriques, et d'un article terminal en oval allongé.

Les caractères essentiels de *Colaspidema atrum*, c'est-à-dire du Négril, d'après le même auteur, peuvent se résumer ainsi :

Corps oval d'un noir luisant, finement et vaguement ponctué. Tête triangulaire et presque verticale. Yeux globuleux. Antennes pubescentes, fauves sur leur moitié inférieure, noirâtres sur le reste de leur longueur. Labre court, quadrangulaire, un peu échancré et garni de poils à sa partie antérieure. Mandibules à cinq dents obtuses à leur sommet. Mâchoires bifides, portant un palpe velu de cinq articles, dont le dernier est oval, allongé. Lèvre inférieure quadrangulaire, munie de deux palpes triarticulés. Corselet un peu plus étroit que l'abdomen, arrondi postérieurement, à peine rebordé et sans angles. Écusson demi-circulaire. Élytres près de trois fois aussi longues que le corselet, fortement rétrécies à leur sommet, à bords repliés en dessous. Pattes à peu près de même longueur et de même forme, à tarses spongieux de quatre articles, dont les trois premiers sont garnis en dessous de pelotes très velues. Le troisième article est bilobé, le dernier arqué et renflé à son extrémité. Deux ongles crochus à l'extrémité des tarses.

Longueur du mâle $4^{mm},5$.

Longueur de la femelle 6 millimètres avant la fécondation et 8 millimètres au moment de la ponte.

La répartition géographique de l'espèce ne semble pas bien rigoureusement établie. D'après les faits signalés dans les chapitres précédents, le Négril se rencontre et est nuisible, à des degrés divers, dans de nombreux départements français, dans le nord de l'Afrique, en Espagne et en Portugal. Mais il existe dans beaucoup d'autres régions où il ne cause pas de dégâts.

Joly le signale en « Barbarie », dans le royaume de Valence (Espagne) et plusieurs de nos départements méridionaux (il abonde notamment dans l'Hérault, l'Ariège et la Haute-Garonne). Dans les Landes, suivant Léon Dufour, il est peu commun.

Suivant Édouard Lefèvre (1874), on le trouverait aussi en Belgique et en Angleterre. Mais c'est certainement une erreur, ainsi que le fait remarquer Louis Bedel (1889-1901) dans sa Faune des Coléoptères du bassin de la Seine.

On trouve du reste quelques autres espèces dans le genre *Colaspidema* ; ce sont pour la plupart des représentants de la faune méditerranéenne.

Au sujet du dimorphisme sexuel qui est très net lorsqu'on compare le

mâle à la femelle dont l'abdomen est en voie de croissance au moment où la période de ponte s'approche, ou pendant toute cette période de ponte, il importe de faire remarquer qu'il est très difficile ou même impossible de distinguer les sexes quand on s'adresse aux adultes en estivation ou en hivernation, ou même lorsqu'ils sortent de terre, au printemps, pour entrer dans la période de vie active. Au contraire, dans les femelles prêtes à pondre, l'abdomen est énorme et il déborde considérablement en arrière et sur les côtés, le toit formé par les élytres. A ce moment, le mâle pourrait être désigné par rapport à elle, sous le nom de mâle nain. En outre, l'abdomen de la femelle est de couleur rougeâtre (fig. 2), par suite de la présence d'œufs rougeâtres dans les organes génitaux, mais aussi de pigment dans le tégument de la région dorsale de l'abdomen. Ce tégument est un peu transparent et il permet d'apercevoir les tubes de Malpighi qui sont complètement noirs. A la face inférieure de l'abdomen, par suite de la grande épaisseur de la couche chitineuse, le tégument est de couleur noire et ne laisse pas apercevoir les organes internes.

Chez les mâles, les élytres emboîtent complètement la partie abdominale du corps et leurs bords externes arrivent au contact de la couche chitineuse ventrale très épaisse. Mais si on enlève les élytres et les ailes membraneuses, on constate que le tégument dorsal de la région abdominale présente aussi quelque trace de couleur rougeâtre. Mais il est aussi de couleur foncée sur une bonne partie de son étendue. Dans le sexe mâle, les tubes de Malpighi sont beaucoup moins foncés que chez la femelle : leur teinte est seulement brunâtre. Il semble permis d'admettre que dans le sexe femelle, par suite de la plus grande activité des phénomènes de nutrition nécessitée par la croissance des ovules, les matières d'excrétion de couleur foncée sont en plus grande abondance, d'où la couleur noire des tubes de Malpighi.

Si l'on examine la couleur du sang, on voit qu'elle est, chez les deux sexes, de couleur jaune orangé et cette couleur influe aussi, dans une certaine mesure, sur l'aspect extérieur de la région dorsale de l'abdomen, lorsqu'on a enlevé les élytres et les ailes membraneuses des Négrils.

Tous les auteurs qui ont écrit sur le Négril admettent que cet Insecte ne vole pas. Je me range complètement à leur avis. Bien que les ailes membraneuses paraissent toujours normalement développées, le mâle, pas plus que la femelle, ne tentent jamais de s'envoler. Ces Insectes, lorsqu'ils sont placés sur la Luzerne des champs, se laissent tomber au moindre choc que l'on exerce sur la plante, et même parfois au moindre bruit que l'on produit dans le voisinage. Ils se tiennent alors pendant un temps assez court (quelques minutes en général) complètement immobiles, les pattes repliées et appliquées contre la face ventrale du corps. Mais ils ne tardent pas à sortir de leur torpeur et fuient alors sans jamais s'envoler. Chez les sujets conservés en captivité, il arrive même fréquemment que les Négrils perdent à peu près complètement cette faculté de rester entièrement immobiles quand on vient à les toucher.

2° **La larve** (Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 18). Tous les auteurs décrivent la larve de Négril comme étant de couleur noire (de la même couleur que l'adulte par conséquent). Mais cela n'est que très grossièrement exact. Il convient de distinguer, en outre, à quel moment de son développement on considère la larve, car à certaines époques de son existence elle est de couleur jaune.

Joly fait remarquer, avec raison, qu'à l'éclosion la larve est jaune. Ensuite, dit-il, elle ne tarde pas à brunir, de sorte qu'au bout de quelques heures elle est d'un noir luisant. Et il ajoute qu'elle conservera alors cette teinte rembrunie jusqu'au moment de sa métamorphose en nymphe.

En réalité il n'en est rien, car après chaque mue la larve redevient presque entièrement jaunâtre (fig. 7). De plus, elle ne devient jamais complètement noire. Si on la considère au moment de l'éclosion (fig. 4) elle est, dans son ensemble, jaunâtre et même jaune rougeâtre. Elle porte alors des poils noirs et diverses taches qui correspondent aux yeux, à la base des poils, aux stigmates.

Puis, à mesure que la larve grandit, l'extension des taches noires se produit rapidement et d'autres apparaissent ensuite et s'élargissent à leur tour. Sur la tête notamment et la face dorsale du premier segment thoracique, les taches noirâtres envahissent totalement ou en très grande partie la cuticule. On en trouve aussi un grand nombre sur chaque anneau où elles sont disposées en rangées plus ou moins régulières. Beaucoup de ces taches noires ont un contour régulier et sont de forme circulaire ou ovalaire. Elles sont de dimensions fort variables, et en certaines régions du corps, par exemple sur les parties latérales des anneaux et dans la région postérieure de l'abdomen, on en trouve de plus grande dimension (fig. 5). Les poils noirs persistent toujours et s'insèrent au niveau des taches noires qui constellent la cuticule. Ils restent toujours assez courts.

La cuticule devient également noire au niveau des appendices et à la surface de ceux-ci. C'est ainsi que les antennes et les pattes prennent une couleur noirâtre ou même complètement noire.

La tête finit par devenir une capsule de couleur noirâtre, ce qui est déjà réalisé dans une larve de trois à quatre jours, telle que celle de la figure 5. Mais le pigment noir, qui est localisé dans la couche chitineuse squelettique, n'envahit pas la totalité de la cuticule Dans la larve de la figure 6, qui est âgée de sept jours, la pigmentation est devenue encore beaucoup plus étendue et on retrouve encore une assez grande régularité dans la disposition des taches pigmentées. Enfin, même quand les larves ont atteint leur grosseur totale, comme celle de quatorze jours représentée dans la figure 8, elles ne sont pas entièrement noires; entre les plaques noires cuticulaires qui se sont beaucoup étendues d'ailleurs, il reste des parties jaunâtres. A ce moment les taches noires qui paraissent sur les anneaux ont une forme arrondie ou ovale, à contour très régulier, ce qui leur donne l'aspect de tubercules. A cet âge encore, la larve a le corps revêtu de poils noirs tels que ceux que l'on observe déjà au moment

de l'éclosion et qui restent toujours très courts. JOLY (1844) a décrit et figuré les tubercules qui recouvrent une partie du corps de la larve ainsi que les poils noirs qui s'y insèrent. Il dit que tous les segments du corps « à l'exception du céphalique et du prothoracique sont munis, surtout à leur face dorsale, de tubercules noirs et saillants, sur lesquels s'élèvent des poils dont la plupart vont en divergeant du centre àl a circonférence ». Et il ajoute que des poils plus courts garnissent le prothorax, la tête et les pattes thoraciques.

Il est certain que la description de JOLY n'est pas très exacte. Il n'y a que la région dorsale du segment prothoracique qui soit uniformément pigmentée et ne présente pas de « tubercules » (c'est-à-dire de grandes plages pigmentées et de forme ovale ou arrondie) ; mais sur les côtés de ce segment, on trouve quelques-uns de ces tubercules (fig. 8), même quand les larves ont atteint leurs dimensions définitives.

En ce qui concerne l'inégalité des poils suivant qu'on les considère sur le prothorax, la tête et les pattes d'une part, ou sur les autres parties du corps, d'autre part, elle n'existe pas ou est fort peu sensible.

Enfin il reste toujours des parties jaunâtres, situées entre les tubercules répartis sur le corps, que JOLY n'a pas remarquées.

Suivant JOLY, la larve de Négril présente « deux paires de fausses pattes, placées vers les derniers anneaux de l'abdomen ; elles ressemblent à de petits cônes tronqués à leur sommet ; l'animal s'en sert tout à la fois pour se fixer et pour aider à ses mouvements de progression ». J'ai pu constater l'exactitude du fait signalé par JOLY

La longueur du corps, chez les larves qui sortent de l'œuf, est d'un peu plus d'un millimètre. A l'état de complet développement, elles mesurent 10 à 11 millimètres. Mais le corps est très contractile et quand les larves sont en état de contraction, leur longueur est très diminuée.

3° **La nymphe** (Fig. 10). JOLY (1844) a donné une description de la nymphe de Négril et a représenté celle-ci par deux dessins (fig. 3 et 4 de la planche 1 du mémoire de cet auteur). L'un de ces dessins représente la nymphe vue par la face ventrale et l'autre la nymphe vue de profil. Si le premier dessin peut être considéré comme exact, le deuxième ne saurait l'être, car il se rapporte certainement à un animal déformé accidentellement.

La figure 10 du présent mémoire, qui représente, vue de dos, une nymphe tout récemment constituée, doit être regardée comme rigoureusement exacte tant au point de vue de la forme qu'à celui de la couleur.

La couleur est d'un beau jaune orangé, conformément d'ailleurs à la description de JOLY. Le raccourcissement du corps de la nymphe, par rapport à celui de la larve arrivée à son maximum de longueur, est très notable.

La tête a la forme d'un cône très aplati et dont le sommet est arrondi ; elle déborde à sa base, à droite et à gauche, la région thoracique. Les rudiments

des ailes, des pattes et des antennes sont très visibles dès l'apparition de la forme nymphale. Sur la tête et sur l'abdomen, sont des poils très courts, de couleur noire. Ceux de l'abdomen sont disposés en cercles réguliers. On voit aussi, sur les côtés des anneaux de l'abdomen, des stigmates représentés par de petites taches blanchâtres au centre de chacune desquelles est un point de couleur noire.

Dans son ensemble la nymphe a une forme ovale se terminant en pointe mousse à son extrémité postérieure.

CHAPITRE IV

REPRODUCTION, DÉVELOPPEMENT ET MŒURS DU NÉGRIL

1° Accouplement.

Lorsqu'au printemps les Négrils adultes qui ont hiberné dans le sol sortent de leur retraite et se rendent sur la Luzerne déjà en voie de croissance, ils ne tardent pas à s'accoupler. On trouve alors sur la plante elle-même, à côté des individus isolés, des couples où le mâle est porté sur le dos de la femelle, beaucoup plus grosse que lui, tout à fait en arrière du corps de celle-ci. L'accouplement se prolonge pendant longtemps, la femelle se déplaçant ou même se laissant tomber sur le sol sans que la désunion des deux insectes s'ensuive. Suivant Joly (1844), l'accouplement dure souvent plus d'une demi-heure et peut se renouveler jusqu'à quatre fois à des intervalles assez éloignés les uns des autres (cinq à six jours).

D'après Roule (1902) le mâle ne vivrait pas longtemps, mais périrait peu après s'être accouplé.

Mais, d'après mes observations, au contraire, le mâle, tout comme la femelle, s'accouple un grand nombre de fois et peut vivre pendant beaucoup plus de temps que ne l'ont cru ces auteurs.

2° Ponte des œufs.

Quand les femelles sortent de terre au printemps, elles ressemblent beaucoup aux mâles, car leur abdomen ne présente pas encore l'énorme accroissement de volume qu'il va bientôt acquérir. Il résulte de ce fait que pendant toute la durée de l'estivation et de l'hibernation, les Négrils sont pour ainsi dire à l'état de vie latente. Mais aussitôt la sortie de terre et l'absorption d'aliment commencée, la croissance de l'abdomen de la femelle se manifeste, celle-ci s'accouple et bientôt commence à pondre.

D'après Joly (1844) la ponte se répéterait trois ou quatre fois, comme l'ac-

couplement lui-même. A la suite d'une première fécondation, il y aurait ponte de 100 à 120 œufs. Lors des autres pontes, le nombre d'œufs serait beaucoup plus faible. Terme moyen, dit-il, le nombre des œufs pondus par chaque femelle peut être évalué à 200 environ. Ils sont déposés par groupes sur les feuilles ou sur le sol lui-même. »

J'ai fait connaître précédemment (p. 244) l'opinion de Louis Roule (1902) sur la ponte des œufs : cet auteur admet une ponte d'une centaine d'œufs au plus.

Des observations très précises m'ont prouvé que la fécondité du Négril est beaucoup plus grande que ne le croyaient Joly et Roule, et j'ai publié précédemment le résumé d'une partie de mes recherches à ce sujet (Voy. Lécaillon 1914 et 1917₁).

Je reprendrai toutefois ici la question dont il s'agit, en complétant mes publications antérieures sur de nombreux points relatifs notamment à la date où commence la ponte, à la manière dont elle s'effectue chez les femelles tenues éloignées des mâles, à la grande variabilité du nombre d'œufs produits et à la période de temps sur laquelle la ponte peut être répartie. Voici le résumé de mes observations sur une série de femelles capturées au printemps et mises en observation au laboratoire :

Première femelle. — Recueillie le 13 avril 1913, aux environs immédiats de Toulouse, par un temps ensoleillé, mais par un vent froid soufflant du nord. Aucun autre Négril, mâle ou femelle ne put être trouvé, au même moment, dans le même champ de Luzerne. Dans d'autres champs plus éloignés de la ville, aucun Négril ne fut rencontré ce même jour. On peut donc considérer le 13 avril comme marquant, en 1913, la première apparition des Négrils adultes aux environs de Toulouse. Dans la région, l'hiver 1912-1913 avait été très doux, mais il y avait eu quelques gelées et du temps assez froid en mars et au début d'avril.

L'abdomen de la femelle en question commençait déjà à grossir, ce qui permet de croire que celle-ci avait déjà pris de la nourriture depuis quelques jours. S'était-elle accouplée auparavant? C'est ce qu'il m'était impossible de savoir *a priori*.

La femelle recueillie fut placée dans un cristallisoir, nourrie avec de la Luzerne renouvelée chaque jour, et tenue isolée de tout mâle. Son abdomen continua à grossir rapidement et la première ponte eut lieu dans la nuit du 19 au 20 avril. Elle vécut jusqu'au 2 juin, soit cinquante jours et pondit 958 œufs répartis en vingt pontes de la manière indiquée par le tableau suivant :

1re ponte, 19-20 avril	30 œufs.
2e — 22 —	25 —
3e — 23-24 —	6 —
4e — 24 —	28 —
5e — [illegible] —	27 —

6e	ponte	26 avril	77 œufs.
7e	—	27-28 —	58 —
8e	—	29-30 —	62 —
9e	—	30 —	43 —
10e	—	3- 4 mai	77 —
11e	—	5- 6 —	67 —
12e	—	8- 9 —	68 —
13e	—	15 —	88 —
14e	—	17-18 —	59 —
15e	—	20-21 —	56 —
16e	—	21-22 —	[illegible] —
17e	—	24 —	30 —
18e	—	25-26 —	[illegible] —
19e	—	26 —	38 —
20e	—	27-30 —	73 —
		Total	938 œufs.

Deuxième femelle. — Capturée le 16 avril dans le même champ de Luzerne où avait été recueillie la femelle précédente. Le temps était alors moins froid que le 13 avril et les Négrils étaient devenus assez nombreux. La plupart n'étaient pas accouplés, mais cependant quelques couples se rencontraient çà et là. L'abdomen des femelles n'était pas encore en général grossi sensiblement. La femelle dont il s'agit ici fut recueillie isolée et maintenue ensuite loin de tout mâle.

Elle vécut seulement jusqu'au 20 mai, soit trente-quatre jours et pondit 261 œufs en onze pontes ainsi réparties :

1re	ponte,	23-24 avril	18 œufs
2e	—	27-28 —	[illegible] —
3e	—	30 —	23 —
4e	—	2- 3 mai	[illegible] —
5e	—	3- 4 —	16 —
6e	—	4 —	25 —
7e	—	5- 6 —	31 —
8e	—	8 —	36 —
9e	—	9-10 —	11 —
10e	—	12-13 —	[illegible] —
11e	—	14-15 —	25 —
		Total	261 œufs.

Troisième femelle. — Capturée le même jour et dans les mêmes conditions que la femelle précédente. Vécut jusqu'au 14 mai, soit vingt-huit jours et pondit 405 œufs en quatorze fois, ainsi que l'indique le tableau suivant :

1re	ponte,	24-25 avril	20 œufs.
2e	—	25-26 —	21 —
3e	—	26 —	37 —
4e	—	26-27 —	4 —
5e	—	27-28 —	22 —
6e	—	30 —	[illegible] —
7e	—	1 mai	6 —
8e	—	3 —	49 —
9e	—	3- 4 —	9 —
10e	—	5- 6 —	41 —

11e ponte	9-10 mai	63 œufs.
12e —	10-11 —	20 —
13e —	12-13 —	60 —
14e —	14 —	24 —
	Total	405 œufs.

Au moment de sa mort, cette femelle était encore gonflée par de nombreux œufs.

Quatrième femelle. — Recueillie le 26 avril. Était seule à ce moment, mais comme les Négrils étaient alors communs, il est probable qu'elle avait pu s'accoupler déjà. Cette femelle fut tenue isolée ultérieurement. Elle pondit 329 œufs en dix-huit fois et mourut le 26 mai, soit au bout de trente jours.

Voici la liste des œufs de chaque ponte et les dates auxquelles ils ont été déposés :

1re ponte,	27-28 avril	61 œufs.
2e —	28-29 —	4 —
3e —	29-30 —	24 —
4e —	30 avril au 1er mai	17 —
5e —	2- 3 mai	15 —
6e —	3- 4 —	23 —
7e —	4- 5 —	25 —
8e —	6- 7 —	29 —
9e —	7- 8 —	12 —
10e —	8- 9 —	18 —
11e —	9-10 —	7 —
12e —	12-13 —	2 —
13e —	14-15 —	20 —
14e —	18-19 —	22 —
15e —	20-21 —	22 —
16e —	21-22 —	20 —
17e —	24-25	20 —
18e —	25-26 —	8 —
	Total	349 œufs.

Cinquième femelle. — Recueillie dans les mêmes conditions et le même jour que la précédente. Mourut après la septième ponte (au bout de neuf jours).

1re ponte,	27-28 avril	31 œufs.
2e —	29 —	21 —
3e —	30 —	33 —
4e —	1er mai	47 —
5e —	2-3 —	23 —
6e —	3 —	28 —
7e —	4-5 —	9 —
	Total	192 œufs.

Sixième femelle. — Recueillie le même jour et dans les mêmes conditions que les deux précédentes. Mourut après la cinquième ponte (au bout de sept jours).

1re ponte, 27-28 avril	....	59 œufs.
2e — 28-29 —	....	30 —
3e — 30 —	....	20 —
4e — 1er mai	....	42 —
5e — 2-3 mai	....	6 —
Total	....	157 œufs.

La durée de la vie active des femelles peut donc être très longue ; en captivité, les probabilités sont, de toute évidence, en faveur d'une diminution de la durée de l'existence. Le nombre d'œufs pondus par chaque femelle captive doit être aussi plutôt diminué.

3° Inexistence de parthénogenèse totale chez le Négril.

En suivant les transformations des œufs provenant des six femelles de Négril dont les pontes viennent d'être décrites, j'ai obtenu les résultats suivants :

Pontes de la femelle n° 1. — Les œufs provenant des seize premières pontes produisirent des larves, tandis que les quatre dernières n'en fournirent aucune.

Pontes de la femelle n° 2. — Aucune larve ne fut obtenue.

Pontes des femelles nos 3, 4, 5, 6. — Une partie des œufs produisit des larves.

De ces faits on peut conclure qu'il n'y a pas de larves obtenues parthénogénétiquement, mais qu'après un accouplement, les spermatozoïdes déposés dans l'organisme femelle restent pendant un certain temps (un mois environ dans le cas de la première femelle) aptes à féconder les œufs.

4° Description des œufs et des agglomérations qu'ils forment (Fig. 3).

Suivant Joly (1844) les œufs du Négril adhèrent faiblement les uns aux autres au moyen d'un suc visqueux dont la femelle pondeuse enduit leur surface. Ils sont de forme ellipsoïdale et de couleur jaune. Ils mesurent au plus 1 millimètre dans le sens de leur grand axe et moins d'un demi-millimètre dans le sens du petit axe. L'enveloppe externe ou chorion présente à sa surface des lignes tortueuses irrégulières assez semblables à des hiéroglyphes. La membrane interne ou membrane vitelline paraît d'abord adhérer au chorion, mais plus tard elle devient tout à fait séparée de lui.

En ce qui concerne la couleur de l'œuf, elle est en réalité surtout orangée ou même rougeâtre J'ai pu constater que chez certaines femelles l'ensemble des œufs constituant la ponte est beaucoup moins rouge que dans d'autres. Parfois les œufs sont nettement rouges, alors que dans d'autres cas ils sont seulement jaune orangé.

Les œufs, d'après Joly (1844) sont déposés par groupes sur les feuilles de

a Luzerne ou sur le sol lui-même. On a vu précédemment que L. Roule (1902) a vérifié l'exactitude de ce fait.

Dans les cristallisoirs où j'élevais les Négrils, la ponte avait lieu n'importe où : sur les tiges ou feuilles de Luzerne qui servaient d'aliments aux insectes, sur le fond des cristallisoirs, sur les parois de ceux-ci, contre le couvercle qui obturait l'orifice des récipients où étaient les Insectes Les œufs étaient, comme dans les conditions naturelles, agglomérés en magmas de forme irrégulière.

5º Développement embryonnaire.

Cette question ne présentant qu'un intérêt tout à fait secondaire au point de vue où nous nous plaçons dans le présent mémoire, nous ne la traiterons pas à fond, nous bornant seulement à donner quelques renseignements sur la durée du développement embryonnaire.

Joly (1844) admet que c'est à la fin du onzième jour ou au commencement du douzième jour que la larve sort de l'œuf. Mais, ici comme chez les autres animaux, la durée du développement embryonnaire est fort variable selon que la température est plus ou moins élevée. Dans des observations, j'ai constaté des éclosions se produisant seulement quinze jours après la ponte.

6º La vie larvaire et la métamorphose.

Joly (1844) résume la vie larvaire de la manière suivante : la larve à peine née « se met à dévorer le parenchyme des feuilles les plus tendres, en ayant soin cependant de ne pas attaquer celles qui doivent se développer au sommet de la tige. A mesure qu'elle grandit, elle se montre moins délicate et alors elle attaque même les feuilles dont le tissu offre le plus de résistance à ses organes manducateurs. Quand la larve a atteint à peu près tout son développement, elle mange la feuille tout entière hormis son pétiole. Au cours de sa croissance, dit le même auteur, la larve de Négril mue quatre ou cinq fois. La première mue a lieu le quatrième jour après la naissance, les autres se succèdent à des intervalles à peu près égaux à celui qui s'est écoulé depuis la sortie de l'œuf jusqu'à la première mue. Lorsque l'animal veut muer, il s'attache par son mamelon terminal à l'une des feuilles de la tige de Luzerne ; un suc visqueux dont ce mamelon est enduit contribue encore à mieux fixer la larve. Alors la peau se fend sur la partie tergale du thorax, et l'animal ne tarde pas à en dégager sa tête, ses pattes et tout son corps. Au moment de subir leur métamorphose, les larves abandonnent les tiges de Luzerne et vont se creuser dans le sol un trou de forme circulaire où elles se transformeront en nymphes ».

La métamorphose du Négril en réalité était fort mal connue jusqu'ici et mes observations complètent les connaissances relatives à ce sujet sur de nombreux points: Joly dit que lorsqu'elles sont parvenues au moment de se chan-

ger en nymphes les larves de Négril sont âgées de vingt-cinq à trente jours. Elles abandonnent alors les tiges de Luzerne et vont se creuser dans le sol un trou de forme circulaire. Au bout de trois, quatre, cinq et quelquefois même huit jours, elles subissent une dernière mue et apparaissent sous la forme nymphale. L'auteur en question rappelle que ses observations concordent avec celles de Touchy qui admet aussi vingt-cinq à trente jours pour la durée de la vie larvaire, mais diffèrent de celles de Lafore qui vit la nymphose se produire au bout de treize à quatorze jours. Il explique du reste ce désaccord comme dû à ce que dans le deuxième cas la température à laquelle s'était faite la transformation était plus élevée.

J'ai suivi entièrement, en 1915, l'évolution des larves depuis leur sortie de l'œuf jusqu'à leur transformation en nymphe ; voici les faits essentiels que j'ai observés :

La sortie de l'œuf eut lieu le 7 mai dans la matinée. Aussitôt après eur naissance, les petites larves mangèrent le parenchyme des feuilles de Luzerne (fig. 9 et 11) en y creusant de petits trous.

Le 25 mai, c'est-à-dire au bout de dix-huit jours, deux de ces larves ayant atteint une longueur de 10 à 11 millimètres quand le corps était en extension (mais par contraction il peut se rétrécir beaucoup) s'enfoncèrent dans le sable du cristallisoir à la surface duquel elles étaient placées.

Sur six larves mises en observation, une autre ne s'enfonça dans le sable que le 26 mai.

Des trois autres l'une restait immobile à la surface du sable et deux autres sur la Luzerne qui leur servait de nourriture. Mais quand on touchait ces larves, elles remuaient encore. Enfin elles s'enfoncèrent à leur tour dans le sable du cristallisoir.

La profondeur à laquelle, dans les champs, les larves de Négril s'enfoncent ainsi dans le sol, doit être assez grande, car dans les cas que j'ai observés elles venaient toutes se placer contre le fond du cristallisoir, après avoir traversé toute l'épaisseur du sable (5 ou 6 centimètres). D'ailleurs, d'autres larves laissées dans un cristallisoir dépourvu de sable restaient immobiles sur le fond et subissaient quand même leur métamorphose.

En extrayant les larves ainsi enfoncées au fond du cristallisoir, je constatai qu'elles étaient recourbées en arc de cercle. En les replaçant ensuite à la surface du sable, elles s'y enfonçaient de nouveau comme au début.

La première nymphe parut seulement le 21 juin et les autres naquirent les jours suivants.

Le temps qui s'était écoulé entre la sortie de l'œuf et l'apparition de la nymphe, et qui représente la durée de la vie larvaire fut donc, dans mes expériences de quarante-cinq jours. Mais, fait remarquable, l'activité de la larve ne correspond qu'à une faible partie de ce temps, soit quatorze jours environ.

Quant à la durée de la vie nymphale, elle fut de douze jours, car le premier Négril adulte, dans mes expériences, parut le 3 juillet.

7° Estivation et hibernation du Négril.

Il résulte donc de mes propres expériences, que la longue période qui s'écoule entre le moment où la larve de Négril pénètre dans le sol pour y subir sa métamorphose et celui où l'adulte en sort au printemps suivant comprend trois parties qui correspondent à l'état de pronymphe (trente jours), à celui de nymphe (douze jours) et enfin à l'état d'adulte non actif (huit mois environ). Au moment de sa naissance, l'adulte est encore de couleur jaune (sauf les pattes, les yeux et une partie de la tête qui sont déjà noirâtres) : il reste couché sur le dos, effectuant seulement quelques mouvements des pattes. Puis au bout de quelques heures, je vis l'un de ces adultes resté à la surface du sable où on l'avait placé, s'enfoncer un peu dans celui-ci et rester ensuite immobile.

J'ai essayé de nourrir ces adultes nouveau-nés, mais je ne réussis jamais qu'à leur faire prendre une quantité infinitésimale d'aliments.

La pigmentation du corps de l'adulte survient du reste rapidement et celui-ci est bientôt tout à fait semblable à celui qui sortira du sol huit mois plus tard.

8° Apparition des premiers Négrils au printemps et disparition des derniers adultes et des dernières larves en été.

L'apparition des premiers Négrils au printemps est excessivement irrégulière, en ce qui concerne notamment la date où elle se produit. Et ce fait a déjà été signalé, notamment par Joly (1844) et Roule (1902-1903). Cette date dépend avant tout du réchauffement suffisant des terrains où sont situés les adultes qui viennent d'hiberner. Mes observations, au cours des années 1912 à 1925, m'ont révélé les faits suivants, qui vérifient et complètent ceux observés par les deux auteurs que je viens de citer.

En 1917, des froids tardifs s'étant produits en avril, l'apparition du Négril fut retardée de telle sorte qu'au 15 mai il était difficile d'en trouver quelques représentants. Les premières larves n'apparurent que vers la fin de ce mois.

En 1918, au contraire, je trouvai les premiers Négrils adultes dès le 3 avril. C'est la date la plus précoce à laquelle j'ai pu rencontrer cet Insecte. Et ce fait était en rapport avec un printemps particulièrement chaud en avril. En 1921, les premiers Négrils que je trouvai le furent le 21 avril.

En 1925, les premiers Négrils adultes parurent relativement tard. L'hiver 1924-25 n'avait pas été très rigoureux, mais il y eut des froids tardifs pendant les mois de mars et d'avril. Le 24 avril, il me fut impossible de trouver un seul Négril dans les champs de Luzerne situés dans le voisinage de Toulouse, mais le 30 avril ils commençaient à s'y rencontrer en assez grand nombre.

Les larves apparaissent nécessairement beaucoup plus tard, quinze à vingt jours au moins.

L'apparition des adultes et par suite des larves se produit en outre peu à peu, ce qui paraît dû, en partie tout au moins, à ce que les Insectes étant enfouis plus ou moins profondément dans le sol où ils ont hiverné, ceux qui sont les plus éloignés de la surface subissent plus tardivement l'influence d'une température propre à provoquer leur sortie du sol. Il peut y avoir aussi, dans ce phénomène, une part propre à chaque individu et différente suivant que l'on considère tel ou tel de celui-ci.

Il en résulte que l'on trouve des Négrils adultes ordinairement depuis le 15 avril en moyenne jusqu'à la fin de juin ; mais, en juin, ils deviennent de plus en plus rares. Il n'est pas douteux en outre que la durée de la vie est assez variable suivant les individus.

L'apparition des larves suit une marche analogue et on les rencontre jusque vers le 15 juillet à peu près, mais aussi alors de plus en plus rares.

9° Migration des larves et des adultes.

Un phénomène remarquable, signalé par plusieurs observateurs, consiste en une migration des Négrils. C'est surtout au sujet des larves qu'on l'a décrit, mais on peut l'observer aussi chez les adultes.

De mes observations il résulte que la migration des adultes et des larves peut se produire quand on fauche les Luzernes où vivent ces Insectes et aussi que la migration des larves peut avoir lieu quand celles-ci ont atteint leur taille définitive et vont s'enfoncer en terre pour s'y métamorphoser.

L'habitude qu'ont les adultes et les larves de se déplacer facilement s'observe aussi couramment sur les sujets conservés en captivité : dès qu'on laisse ouvert les récipients où on les conserve, ces animaux s'éloignent rapidement. Même en dehors des époques où l'on fauche les Luzernes et où les larves ont besoin de trouver un sol assez meuble pour pouvoir s'y enfoncer, il arrive fréquemment que les Négrils sont nombreux à proximité des champs de Luzerne d'où ils se sont éloignés.

Enfin la migration se produit aussi quand les champs où les Négrils vivaient jusque-là se trouvent épuisés par la trop grande abondance des larves. A l'époque des grandes migrations les sentiers avoisinant les champs de Luzerne sont parfois couverts d'un nombre considérable de ces Insectes.

10° Existence d'une deuxième génération exceptionnelle.

On sait que chez beaucoup d'Insectes ayant une répartition géographique suffisamment étendue dans le sens de la latitude, le nombre de générations qu'il peut exister chaque année n'est pas toujours fixe. Chez les sujets des zones à

climat plus chaud, il y a souvent deux générations au lieu d'une seule, ou trois au lieu de deux. Et le phénomène n'est pas nécessairement général pour tous les individus d'une même zone ; le pourcentage des individus ayant par exemple deux générations au lieu d'une seule augmente simplement à mesure qu'on se trouve dans une région à climat de plus en plus chaud.

Il en est peut-être ainsi pour le Négril qui s'étend depuis le centre de la France jusqu'en Portugal et en Afrique.

Mais cette question n'a pas été étudiée et j'ai fait seulement, en 1914, des observations qui semblent venir à l'appui de cette manière de voir.

A ma grande surprise, j'ai en effet constaté, dans diverses régions voisines de Toulouse, qu'il y avait encore des Négrils adultes et des larves pendant le mois de septembre. Je n'ai jamais pu constater de nouveau le même fait ultérieurement, malgré les recherches spéciales que j'ai faites dans ce but au cours des années postérieures à 1914.

On pourrait expliquer ce fait de deux manières : ou bien admettre qu'il s'agissait d'individus sortis de terre très tardivement, ou bien admettre qu'il s'agissait de Négrils de deuxième génération. Après examen des deux possibilités il me semble que c'est la deuxième hypothèse qui correspond à la réalité.

Les faits que j'ai observés au sujet de cette deuxième génération probable sont les suivants:

Le 12 septembre 1914, sur les hauteurs de Saint-Agne, à 6 kilomètres de Toulouse, je constatai qu'il y avait encore, dans les champs de Luzerne, des adultes et des larves de Négril. Les adultes se reproduisaient encore, car les femelles avaient un abdomen gonflé par les œufs. L'abondance de ces Négrils était d'ailleurs assez faible.

Le lendemain, 13 septembre, dans des champs de Luzerne situés dans une région éloignée de 8 ou 10 kilomètres de la précédente, sur les bords de l'Herz, je fis la même observation.

Le 18 septembre, les Négrils recueillis dans les régions que je viens de signaler se reproduisaient encore.

En 1916 je me rendis, le 9 septembre, dans les deux régions mêmes où j'avais trouvé en 1914 les Négrils exceptionnels, mais il me fut impossible d'en trouver un seul.

De plus, je demandai à M. Rives, qui s'occupait à cette époque de l'importante exploitation agricole de M. Rouart, à Bagnols-de-Grenade (Haute-Garonne) et qui connaissait bien le Négril et les dégâts qu'il cause, de porter toute son attention sur le point de savoir s'il se produisait une deuxième génération. Toutes les recherches de M. Rives aboutirent à un résultat négatif.

Il n'est donc pas douteux que la présence de Négrils aux environs de Toulouse, dans le mois de septembre, soit tout à fait exceptionnelle (Voir à ce sujet la note de la page 248).

CHAPITRE V

L'ALIMENTATION DU NÉGRIL

1° Polyphagie.

Il est assez rare que les insectes phytophages ne puissent se nourrir que d'une seule plante. Beaucoup d'espèces mangent indifféremment diverses sortes de végétaux appartenant à une même famille botanique ou même à des familles plus ou moins éloignées les unes des autres. Les chenilles de la Pyrale de la Vigne, d'après les recherches d'AUDOUIN (1842) et de VOUKASSOVITCH (1924) peuvent même se nourrir à peu près de n'importe quelle plante.

Dans quelle mesure le Négril est-il polyphage? La question est importante, sinon au point de vue purement scientifique, mais surtout au point de vue pratique. Si des plantes croissant spontanément dans les champs peuvent nourrir le Négril, il faut en tenir compte lorsqu'on veut s'opposer à la multiplication de l'insecte, et autant que possible ne pas laisser ces plantes dans les champs de Luzerne eux-mêmes ou dans leurs alentours. Il est de toute évidence que pendant leurs migrations les Négrils pourraient, si on négligeait cette précaution, s'alimenter sur leur passage et prolonger leur existence, même s'ils ne rencontrent pas de nouveaux champs de Luzerne propres à les nourrir. De même lorsqu'on veut détruire les Négrils en les « prenant par la famine » suivant l'expression de Joly (1844), c'est-à-dire en fauchant les Luzernes au moment opportun pour atteindre ce but, il importe de savoir si des plantes situées à proximité ne pourront pas être utilisées par les Insectes que l'on veut faire périr.

Les anciens observateurs n'ont pour ainsi dire rien fait connaître au sujet de la polyphagie du Négril, ou s'ils en ont parlé tout à fait accessoirement c'est pour émettre à ce sujet des suppositions peu ou pas justifiées.

C'est ainsi que DAUBE (1836) affirme que les larves de Négril peuvent se nourrir de Sainfoin et même de Blé et que LÉON DUFOUR (1836) dit que dans les Landes elles s'attaquent au Trèfle (cité d'après N. JOLY) (1844).

En 1919, Mlle MURATET constata qu'à Blagnac, dans une propriété voisine de champs de Luzerne dont les jeunes pousses de la deuxième coupe avaient été préalablement dévorées, les larves de Négril, émigrées de ces champs, s'étaient arrêtées sur diverses plantes et les attaquaient pour s'en nourrir. Tout particulièrement « les feuilles et les tiges de Pomme de terre, celles de Haricot, le Persil et les fleurs de Marguerites (*Leucanthemum vulgare* Lam.), étaient dans ce cas. Les larves, mises alors au laboratoire en présence de ces divers végétaux, s'attaquaient de préférence d'abord aux pétales blancs des Marguerites (les parties jaunes restaient intactes), puis aux feuilles de Haricot,

ensuite au Persil dont les tiges seules étaient dévorées (les feuilles restant intactes).

Mes observations et expériences personnelles sur la polyphagie du Négril ont été faites de 1916 à 1925, et les résultats principaux en ont été résumés dans une note préliminaire (Voy. LÉCAILLON, 1922). Voici le détail de ces expériences :

a. BLÉ ET SAINFOIN. — Le 6 mai 1916, des Négrils adultes furent placés dans un cristallisoir, avec des feuilles de Blé, pendant deux jours ; ils ne mangèrent aucune portion, si minime fut-elle, de la plante en question.

Le 14 mai suivant, je recommençai l'expérience en remplaçant le Blé par du Sainfoin ; le résultat fut encore entièrement négatif.

Le 31 mai de la même année, je mis des larves de Négril avec des feuilles de Blé ; aucune de celles-ci ne fut même entamée.

Le 10 juin 1916, une soixantaine de larves de Négril furent placées dans un récipient avec des feuilles de Sainfoin qui furent renouvelées de manière à être toujours en bon état de fraîcheur. Le 12 juin, aucune larve n'était morte, mais aucune feuille de Sainfoin n'avait été mangée. Le 15, 9 des larves les plus petites étaient mortes, mais le Sainfoin n'avait pas été entamé. Le 19, il restait encore 9 larves vivantes et le Sainfoin restait toujours inaltéré.

Ces expériences prouvent nettement que l'affirmation émise par DAUBE n'est pas justifiée, et que le Blé, pas plus que le Sainfoin, ne peut servir de nourriture au Négril. Cette conclusion se vérifie aussi en remarquant que dans les champs de Sainfoin voisins des Luzernières, il n'y a pas de Négril, alors que ces dernières en sont infestées. J'ai constaté ce fait en particulier le 14 juin 1918, dans la région de Saint-Agne. La même observation est à noter quand on examine des champs où la Luzerne et le Sainfoin sont mélangés ; la première de ces plantes seule est attaquée et jamais la seconde.

b. TRÈFLE VIOLET (*Trifolium pratense*), TRÈFLE INCARNAT (*T. incarnatum*) ET TRÈFLES SPONTANÉS DES SENTIERS ET DES CHAMPS. — J'ai fait de nombreuses observations et expériences en vue d'établir si oui ou non les diverses sortes de Trèfles les plus communes sont capables de servir d'aliment réel et complet au Négril.

Le 7 juillet 1917, en visitant les champs de Luzerne de Bagnols, je constatai que des feuilles de Trèfle violet mélangé à la Luzerne étaient effilochées comme le sont les feuilles de Luzerne elles-mêmes quand elles sont attaquées par le Négril. L'opinion de M. RIVES, qui m'accompagnait, était que le Négril pouvait aussi manger le Trèfle. La même opinion était partagée par M. DUCHEIN, directeur de l'École d'Agriculture d'Ondes à qui, le même jour, je posai une question sur ce sujet.

Expériences de 1918. — Le 11 juin 1918, à 10 heures du matin, six larves de Négril furent placées dans un cristallisoir avec une feuille de chacune desplantes suivantes : *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* et *T. incarnatum*. A 14 heures,

la feuille de Luzerne était à peu près complètement mangée, celle de *T. incarnatum* un peu entamée et celle de *T. pratense* complètement indemne. Le lendemain à 9 heures, la feuille de Luzerne était complètement mangée (à l'exception des nervures), deux folioles de la feuille de *T. incarnatum* très endommagées et les folioles de *T. pratense* un peu attaquées, surtout l'une d'entre elles. Le jour suivant, à 9 heures, les folioles de *T. incarnatum* n'ont pas été mangées davantage, ni celles de *T. pratense*. Ces folioles commençaient d'ailleurs à se faner.

Une expérience faite avec le Trèfle rampant (*T. repens* L.) montra que cette plante est aussi un peu attaquée par les larves de Négril.

Le 14 juin, 37 larves de Négril de toutes grandeurs furent mises avec des feuilles de Blé, de Sainfoin et de Trèfle rouge. Le lendemain le Trèfle était un peu mangé, en particulier une foliole de cette plante. Par contre, les deux autres plantes, conformément aux conclusions ci-dessus indiquées, restaient complètement indemnes.

Une nouvelle feuille de Trèfle rouge fut alors donnée aux larves. Un peu plus tard, les trois folioles avaient été en grande partie mangées.

Le 16 juin, une nouvelle feuille de Trèfle fut donnée aux 37 larves toujours vivantes. Elle fut alors de nouveau un peu entamée.

Les jours suivants, le Trèfle fut de moins en moins entamé et les petites larves de Négril commencèrent à mourir d'inanition.

Vers le 23 juin, l'attaque des folioles de Trèfle cessa entièrement et le 27 juin presque toutes les larves étaient mortes.

Le 26 juin, je constatai d'autre part, dans un champ de Luzerne et de Trèfle des bords de l'Herz, que çà et là quelques feuilles de cette dernière plante avaient été attaquées par le Négril.

Expériences de 1919. — Le lundi 12 mai, des Négrils adultes furent recueillis dans les champs, placés dans des cristallisoirs et nourris avec des feuilles de Trèfle rouge (*T. pratense*) renouvelées chaque jour. Voici le tableau des résultats obtenus :

	1e *Cristallisoir* (2 *couples de Negrils*).	2e (1 *couple* + 1 *mâle*).	3e (2 *couples*).	4e (2 *couples*).
Le 16 mai	1 feuille un peu mangée à une extrémité.	1 feuille entamée	rien de mangé.	rien de mangé.
Le 17 —	rien.	feuille un peu mangée.	feuille assez mangée.	rien.
Le 18 —	feuille un peu mangée.	—	feuille un peu mangée.	rien.
Le 19 —	rien 1 mâle mort.	rien. 1 mâle mort.	rien, aucune mort.	rien, aucune mort.
Le 20 —	rien, 1 fem. morte.	rien.	rien.	rien.
Le 22 —	rien, 1 fem. morte.	rien. 1 fem. morte	rien.	rien.

Le 23 mai	rien, 1 mâle mort.	rien.	feuille un peu mangée.	rien, 1 mort.
Le 24 —	—	rien.	rien.	rien.
Le 25 —	—	rien.	rien.	rien.
Le 26 —	—	rien, 1 mâle mort.	rien, 2 morts.	feuille un peu mangée, 1 mort.
Le 27 —	—	rien.	rien.	rien.

Le 27 mai, il restait donc encore deux Négrils vivants dans le troisième et le quatrième cristallisoir. La quantité de Trèfle mangée avait été insignifiante

Dans une autre expérience, faite le 23 mai, de petites larves de Négril nouvellement nées furent mises avec des feuilles de *T. pratense*. elles ne mangèrent pas la moindre parcelle de cette nourriture et moururent toutes en l'espace de deux jours.

Dans des expériences faites avec des larves de Négril déjà en grande partie développées, je constatai, du 26 au 27 juin, que les feuilles de *T. pratense* n'étaient également que très peu attaquées.

Expériences de 1920. — Elles furent faites dans le but de déterminer si une espèce de Trèfle qui se trouve en abondance dans les sentiers, le *Trifolium minus* est capable de nourrir le Négril.

Cinquante Négrils adultes furent recueillis le 14 mai et nourris avec *Trifolium minus*. Cette espèce fut beaucoup mieux acceptée que *T. pratense* et *T. incarnatum*. Mais cette expérience, par suite d'un accident, ne fut pas poussée au delà du 26 mai.

Le 7 juin, 18 larves de Négril furent également nourries avec *T. minus*; mais ici la nourriture ne fut pas entièrement favorable et le 15 juin il restait seulement 4 larves vivant encore.

Il est permis de conclure de ces expériences que certaines espèces de Trèfle comme *T. minus* peuvent remplacer dans une certaine mesure la Luzerne pour nourrir le Négril, particulièrement les adultes. Il reste très douteux cependant que cette nourriture exceptionnelle puisse remplacer entièrement *Medicago sativa*.

c. Marguerites. — *Expériences de* 1920. — Le 2 mai 16 Négrils adultes, mâles ou femelles, furent recueillis dans les champs et nourris avec des Marguerites. Ils vécurent bien, mangeant non seulement les fleurs à corolle blanche, mais aussi les fleurs de couleur jaune. La ponte des femelles eut lieu comme lorsqu'on nourrit celle-ci avec de la Luzerne. Le 31 mai, cependant, tous ces adultes sauf un mâle étaient déjà morts.

Expériences de 1921. — Le 21 avril, 7 Négrils adultes (4 femelles et 3 mâles) furent recueillis à Montaudran et nourris exclusivement avec des Marguerites renouvelées chaque jour.

Le 22 avril, plusieurs folioles blanches étaient mangées.

Le 23, même observation.

Le 24, la quantité de fleurs mangées est plus considérable ; même des fleurs jaunes sont mangées.

Des œufs sont pondus dans le capitule de l'une des fleurs.

Le 25, les nouvelles Marguerites ont encore été attaquées; pas de nouvelle ponte.

Le 27, de nouveaux œufs ont été pondus, et de nouvelles fleurs mangées.

Le 5 mai, 5 Négrils vivent encore ; 2 sont encore accouplés.

Les fleurs renouvelées chaque jour sont en partie mangées chaque fois. Même les folioles vertes entourant les capitules sont mangées.

Une femelle est morte, avec l'abdomen encore gonflé par les œufs.

Le 7 mai, une nouvelle femelle est morte. mais un nouveau groupe de 15 œufs a été pondu.

Le 11 mai, une autre femelle est morte.

Le 12 mai, il reste seulement 2 mâles et 1 femelle.

Le 16 mai, il ne reste qu'un mâle et une femelle.

En outre, des larves sont nées. On les nourrit aussi avec des Marguerites.

Le 18 mai, un seul Négril mâle reste vivant. Les larves mangent également les folioles vertes autour des capitules, les fleurs centrales jaunes et les folioles blanches des fleurs périphériques du capitule.

Le 26 mai, le Négril mâle est encore vivant et des arves également.

Le 29 mai, le seul Négril qui restait est mort : 4 larves sont encore vivantes, et parmi elles une seule a beaucoup grossi, tandis que les 3 autres sont restées fort petites.

d. Persil et feuilles de Haricot. — Le 13 mai 1920, 10 Négrils adultes furent recueillis et nourris avec du Persil. Le 23 mai, ils moururent sans avoir touché à la nourriture qui leur était offerte.

Le 7 juin 1920, 12 larves reçurent des tiges etdes feuilles de Persil comme nourriture. Elles mangèrent un peu le bord des feuilles et un peu plus les tiges elles-mêmes.

Quant aux feuilles de Haricot, elles furent légèrement mangées.

e. Diverses espèces de Luzerne. — L'observation de P. B. Peyerimhoff qui a vu en Algérie le Négril vivre sur *Vicia sativa* et sur *Medicago murex* Willd., permet de penser que diverses plantes autres que celles dont il vient d'être question, peuvent également servir plus ou moins d'aliment pour le Négril. En 1925, j'ai fait quelques observations sur *Medicago falcata*, *M. arborea* et *M. Pourretti*. J'ai donné ces plantes à des Négrils adultes qui les ont assez bien acceptées et j'ai conservé vivants ces Insectes depuis le 11 mai jusqu'au 30 mai.

Il résulte de l'ensemble des faits exposés ci-dessus, que le Négril est assez phytophage en ce sens qu'il peut se nourrir pendant quelque temps aux dépens de diverses plantes. Mais en général il n'existe que peu de végétaux — ou peut-

être même n'en existe-t-il aucun — capables de le nourrir complètement à tous les stades de son développement.

2º Effet de la privation d'aliments chez la larve et chez l'adulte.

L'aptitude des larves et des adultes de Négril à résister pendant un temps plus ou moins long à la privation d'aliments est importante à bien connaître. On sait en effet que la Luzerne se récolte par coupes successives, dont le nombre peut être de 3 à 6 suivant les régions que l'on considère. Dans l'intervalle de deux coupes successives, es Négrils sont au début privés de nourriture, et s'ils sont incapables d'attendre que la plante soit quelque peu repoussée, ils peuvent périr d'inanition ou être dans la nécessité de quitter le champ où ils se trouvaient. Et on a pu voir, dans les chapitres qui précèdent, qu'un procédé de destruction très employé contre les larves venant d'éclore tout au moins est basé sur cette idée.

Mais il s'en faut de beaucoup qu'aux divers stades de son développement le Négril présente toujours le même degré de résistance à la privation d'aliments.

L'adulte nouvellement né, en juin ou juillet, est complètement incapable d'absorber quelque nourriture. J'ai essayé de mettre ces Insectes en présence de feuilles de Luzerne, mais c'est à peine si quelques-uns entamèrent la plante sur le bord du limbe. Ils retombèrent immédiatement après dans l'immobilité à peu près complète qui les caractérise. Au printemps suivant, au contraire, dès leur sortie du sol où ils ont hiberné, ils se nourrissent activement. Néanmoins, si on prive ces adultes de toute nourriture, ils résistent pendant plusieurs jours à cette privation.

Les larves de Négril peuvent aussi vivre pendant un certain temps sans prendre aucune nourriture, mais plus elles sont âgées, mieux elles résistent à la privation d'aliments. Celles qui viennent de naître ne résistent que de un à deux jours, tandis que les autres peuvent résister beaucoup plus. Voici quelques expériences faites en vue de préciser les données concernant ces questions.

Le 26 juin 1916, 12 larves venant de sortir de l'œuf sont mises dans un cristallisoir ne contenant aucun aliment. Le 27 juin, elles vivaient encore toutes. Le 28, certaines étaient mortes et les autres à peu près inertes. Ces dernières furent mises alors en présence de Luzerne fraîche, mais le 29, toutes étaient mortes.

L'idée des auteurs anciens (Daube, Joly) que les larves récemment écloses meurent rapidement si elles sont privées de nourriture est donc exacte.

Le 10 juin 1916, des larves de grosseur variée et quelques adultes (deux mâles et deux femelles) furent recueillis dans un champ de Luzerne de Saint-Agne et laissés sans nourriture dans un cristallisoir ; voici les faits qui furent observés :

Le 12 juin, aucune mort, tous les Négrils, larves et adultes, n'ont rien perdu de leur activité.

Le 13 juin, un couple d'adultes et 3 larves (dont une très petite et 2 de taille moyenne) étaient morts.

Le 14 juin, un autre adulte et 8 larves de petite taille étaient mortes.

Le 15 juin sont trouvées mortes : 7 petites larves, 11 de taille moyenne, 1 assez grosse. Mais tous les autres Négrils sont très actifs.

Le 17 juin, 56 larves de Négril sont encore vivantes, mais moins agiles ; le dernier adulte est mort

Le 18 juin, 32 larves vivent encore ; 10 sont placées en présence de Luzerne fraîche.

Le 19 juin, 5 larves isolées de tout aliment vivent encore et 6 également de celles mises en présence de Luzerne.

Le 21 juin, il ne restait plus que quelques larves à peine mobiles, même parmi celles qui avaient reçu trop tardivement des aliments.

Il résulte de ces faits que les Négrils, adultes et larves, peuvent résister plus ou moins longtemps au jeûne. Les larves résistent d'autant plus qu'elles sont plus grosses (et par suite possèdent dans leurs tissus plus de matières de réserve). Les adultes semblent résister d'autant plus longtemps qu'ils ont repris leur vie active depuis moins longtemps. Si ces insectes ont été privés de nourriture pendant trop longtemps ils sont, à un moment donné, incapables de recouvrer leur activité et périssent même s'ils se retrouvent placés en présence de Luzerne.

3° **Quantités d'aliments qu'absorbent les adultes et les larves.**

Tous les auteurs qui ont écrit sur le Négril ne considèrent que l'importance des dégâts causés par les larves ; ils négligent entièrement ceux qu'occasionnent les adultes. Ce fait est dû à ce que les larves étant beaucoup plus nombreuses que les adultes (quelques centaines de fois), la quantité de nourriture qu'elles absorbent dans leur ensemble est beaucoup plus considérable que celle prise par les adultes. Mais si l'on compare la totalité des aliments que prend un adulte pendant la durée de son existence avec celle qu'absorbe une seule larve, on trouve que le premier chiffre est bien supérieur au second.

L'adulte, depuis le moment où il sort de terre au printemps, jusqu'à celui où il meurt après s'être reproduit, absorbe de la nourriture, et cette période peut atteindre une durée de un mois ou même un mois et demi. La larve, au contraire, ne se nourrit que pendant un temps qui n'excède pas dix à seize jours (cette durée dépend de la température à laquelle elle se développe) et même pendant la première moitié de son existence, de même que pendant la durée des mues qu'elle subit, elle n'absorbe que peu ou pas d'aliments.

Dans des expériences de laboratoire, on établit facilement la réalité de ce fait en donnant à des adultes d'une part et à des larves d'autre part des feuilles de Luzerne intactes que l'on renouvelle chaque jour. L'étendue des parties mangées représente la quantité de nourriture absorbée (Voy. sur ce point LÉCAILLON, 1917_1).

4° Importance des dégâts causés dans les champs de Luzerne.

Les Négrils adultes entament généralement les folioles de la Luzerne le long du bord, et la partie rongée peut s'étendre jusqu'à la nervure médiane. Souvent le limbe devient ainsi effiloché sur son pourtour (fig. A).

Les jeunes larves, dès leur naissance, creusent de petits trous dans le



Fig. A. — Touffe de Luzerne cueillie dans les champs ravagés par les larves de Négril, au mois de juin.

limbe des folioles, et souvent même les trous ne traversent pas la foliole de part en part (fig. 9 et 11).

A mesure que les larves grandissent, les parties mangées s'étendent en

profondeur et en étendue. Et quand elles sont à leur dernière période de croissance, le limbe tout entier, à l'exception de la nervure médiane ordinairement, peut être mangé.

C'est à l'époque où la croissance de presque toutes les larves est terminée, vers la fin de juin habituellement, que l'importance des dégâts apparaît le mieux dans les champs de Luzerne. Généralement il existe alors dans ceux-ci de vastes plages où toute la coupe à faire (la deuxième ordinairement) est perdue. Les tiges ne portent plus que des feuilles desséchées et incapables de servir d'aliments aux bestiaux.

Si l'on pratique la coupe, la Luzerne qui repousse est alors généralement indemne de tout Négril ; si les conditions climatiques sont favorables, la plante acquiert sa vigueur habituelle et rien n'indique alors qu'elle a été auparavant ravagée par le Négril.

Chez les jeunes Luzernes, les dégâts peuvent être irréparables, car si elles sont envahies très gravement dès le début de leur végétation, elles peuvent être trop affaiblies pour réparer les dommages qu'elles ont éprouvés.

CHAPITRE VI

CAUSES NATURELLES S'OPPOSANT A LA MULTIPLICATION DU NÉGRIL : MAUVAISES CONDITIONS CLIMATIQUES, PRÉDATEURS ET PARASITES

1° **Influences climatiques.**

L'étude de la répartition géographique du Négril montre que cet Insecte ne remonte pas, dans le Nord de la France, plus loin que l'Anjou et l'Yonne. Il paraît donc n'être à craindre que dans la France méridionale, en Espagne et au Portugal, ainsi que dans l'Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie, Tripolitaine). Mais même dans ces régions, les influences climatiques, si elles sont défavorables, ce qui arrive fréquemment, peuvent restreindre beaucoup les dégâts qu'il occasionne.

Il a été montré plus haut (ch. IV) que les froids qui surviennent au printemps peuvent retarder au moins d'un mois l'entrée en activité des Négrils restés dans le sol pendant l'été et l'hiver précédents. (Comparer, sous ce rapport, les deux années 1917 et 1918 dans la Haute-Garonne). Or, l'irrégularité du climat est fort marquée dans le Midi de la France et d'ailleurs dans d'autres régions. De plus, entre la température de la journée et celle de la nuit, il y a, fort souvent, de très grandes différences qui jouent aussi un rôle retardataire.

L'existence de vent soufflant violemment ou même seulement assez fortement arrête également l'activité du Négril ; dans ce cas, en effet, cet Insecte

quitte le sommet des tiges de Luzerne où il se tient habituellement quand le temps est calme. La pluie peut produire un effet analogue.

Lorsque vient le moment de la nymphose et pendant la période d'estivation et d'hibernation, les mauvaises conditions climatiques semblent entraîner aussi une grande mortalité chez le Négril. J'ai constaté, à ce sujet, que dans les expériences de laboratoire, une trop grande humidité de la terre où se forment les nymphes, entraîne la mort de celles-ci.

Joly (1844) admet aussi que de mauvaises conditions climatiques causent une grande mortalité chez le Négril. La nymphose serait, pour lui, « une opération pénible, dangereuse et même mortelle pour un grand nombre d'individus — » Le froid, les inondations et l'humidité feraient périr également beaucoup de Négrils adultes. « Nous avons cru remarquer que les ravages du *Colaspis*, aux environs de Toulouse, écrit-il dans une note de son mémoire de 1844, ont été cette année moins considérables que les années précédentes. La grande quantité de pluie qui est tombée ici, pendant les mois de mai et de juin 1843, en a peut-être été la cause ».

L. Roule (1903) semble cependant croire que pendant la période d'estivation et d'hibernation, les Négrils adultes sont spécialement protégés : « Les adultes souterrains sont à l'état de vie latente. Leur capacité de résistance en est accrue. Leur respiration réduite au minimum ; leur défaut de toute alimentation, leur protection donnée par la dure cuticule qui les entoure les rendent difficilement attaquables par les insecticides, l'insecte est doué d'une force de résistance considérable qu'il puise dans son inertie comme dans sa protection naturelle ».

On peut cependant objecter, à cette manière de voir, que la période pendant laquelle la larve, puis la nymphe et enfin l'adulte restent enfoncés dans le sol, est trop considérable pour qu'il ne survienne pas fréquemment des conditions défavorables à la vie de ces êtres, et il est logique d'admettre que bien souvent un nombre considérable de Négrils doivent périr pour cette cause.

Les observations si précises des entomologistes américains ont montré que les conditions climatiques défavorables ont une part importante dans la destruction des Insectes nuisibles. Pendant assez longtemps on pensait à tort que l'action des parasites était la seule cause ou tout au moins la principale cause pour laquelle les insectes nuisibles devenaient en quelque sorte périodiquement beaucoup moins nombreux, après avoir passé auparavant par une période de très grande abondance. Mais il est certain que des conditions climatiques défavorables peuvent parfaitement jouer un rôle analogue.

La nature du sol dans lequel sont placés les Négrils pendant la période d'estivation et d'hibernation doit influer beaucoup sur les conditions de température, d'humidité et d'aération auxquelles sont soumis les insectes dont il s'agit. Et les considérations rapportées plus haut dans le chapitre II, au sujet de la rareté relative du Négril dans le département de l'Ariège, semblent venir

à l'appui de cette opinion. Il y aurait là aussi des causes capables d'influer puissamment sur les possibilités de multiplication ou de raréfaction du Négril.

2° Ennemis naturels du Négril.

Ils comprennent des Prédateurs et des Parasites.

A. Prédateurs.

Ils sont fort mal connus et l'importance qui leur revient dans la destruction naturelle du ravageur de la Luzerne est loin d'être établie.

a. **Oiseaux insectivores.** — Dans le mémoire de Joly (1844) une note indique que parmi les destructeurs naturels du Négril on peut ranger les Traquets-Moteux, les Culs-Blancs et les Rouges-Queues. Dans l'estomac de ces oiseaux, un observateur, M. Lafore, aurait trouvé, au commencement de septembre, une foule de Négrils adultes. Ces insectes auraient probablement été recueillis dans les sillons creusés par la charrue des laboureurs.

Il est permis d'admettre que beaucoup d'autres Oiseaux insectivores peuvent, dans les mêmes conditions, se nourrir de Négrils pris soit à l'état de larves, soit à l'état de nymphes, soit à celui d'insectes adultes.

D'un autre côté, les Oiseaux de basse-cour, les Poules et les Dindons particulièrement, semblent bien aptes également à prendre les Négrils comme nourriture. Sur ce point, Roule (1903) est très affirmatif, ainsi que F. Picard (1914).

b. **Insectes carnivores.** — Jusqu'ici aucune observation précise ne semble avoir été faite sur le point de savoir si certains insectes peuvent saisir directement des Négrils pour en faire leur proie. Mais il est probable que le fait peut se produire.

Le 13 juin 1920, je capturai, aux environs de Toulouse, une Chenille de *Calocampa exoleta* (Noctuidæ) et la plaçai dans une boîte avec des larves de Négril. Le lendemain, je constatai que dans les excréments de la Chenille il y avait des lambeaux de chitine noire rappelant celle que l'on trouve à la surface du corps des larves de Négril. Ayant alors mis la Chenille en question, qui était arrivée à peu près à sa taille définitive, avec dix larves de Négril, dans une boîte commune, je constatai de nouveau le même fait. Neuf larves avaient été dévorées complètement dans l'espace d'une nuit, et des lambeaux chitineux se trouvaient mélangés aux excréments de la Chenille. On sait que certaines Chenilles sont signalées comme carnivores, mais tel n'est pas le cas de *Calocampa exoleta.* Il est fort probable que beaucoup de Chenilles, surtout quand elles

sont à la période où elles prennent beaucoup de nourriture, peuvent être occasionnellement carnivores, alors qu'elles sont habituellement phytophages.

B. Parasites.

a. Parasitisme de *Meigenia floralis* Meigen (fig. 12, 13, 14, 15, 16, 17).

La Mouche tachinaire connue sous le nom de *Meigenia floralis* est, pourrait-on dire, le parasite par excellence du Négril ; elle détruit un grand nombre de larves de ce Coléoptère. Ce fait, resté jusqu'ici complètement ignoré, fut découvert en 1914 simultanément par MM. Feytaud et Picard et par moi-même. Mais les deux premiers de ces auteurs, mobilisés pendant la guerre, ne purent étudier le parasite en question et ne publièrent aucune information à son sujet.

Avant d'exposer les résultats de mes recherches personnelles sur le parasitisme de *Meigenia floralis*, je dois signaler que cette Tachinaire est aussi parasite des larves de la Criocère de l'Asperge (*Crioceris asparagi*) et que son parasitisme chez ce dernier Coléoptère a été bien étudié par J. Pantel (1902). Elle est également parasite sur les larves de *Crioceris quatuordecimpunctata* (d'après Damianitsch) (cité d'après Pantel) (1902).

Description de *Meigenia floralis* (fig. 17). — D'après Macquart (1838) les caractères de cette Tachinaire sont les suivants :

Longueur du corps, une ligne et demie. Couleur noire. Face brun-blanchâtre. Thorax d'un gris obscur, à lignes noires. Abdomen à bandes grises et quatre taches noires. Souvent un peu de fauve sur les côtés. Cuillerons bruns. Ailes à base noirâtre. Sur les fleurs des Ombellifères. Europe.

Parasitisme de *Meigenia floralis* **chez la Criocère de l'Asperge, d'après** J. Pantel (1902). — Les faits essentiels concernant le parasitisme de *Meigenia floralis* chez *Crioceris asparagi* sont les suivants, d'après J. Pantel.

La femelle colle ses œufs sur la larve déjà bien développée, de couleur olive, mais souvent aussi sur de très jeunes larves, encore noires, qui échappent à l'infection en muant. La place occupée par les œufs est quelconque. Leur nombre varie de 1 à 23 dans les observations de l'auteur. Une larve peut en recevoir de plusieurs Mouches, et une même Mouche peut en pondre sur plusieurs larves.

En sortant de l'œuf, la larve de Tachinaire perfore la peau de la larve parasitée sous l'œuf, lequel subit alors un simple changement de teinte, mais reste en apparence intact, car sa surface externe ne se déchire pas, et le trou d'entrée du parasite dans le corps de la larve parasitée est ainsi masqué.

D'abord le parasite erre parmi les viscères de son hôte, mais il se fixe à la

paroi du corps avant de subir sa première mue. Et il pratique un soupirail dans la peau du Criocère et respire directement l'air extérieur. Le soupirail est percé en un point quelconque où ne se trouve ni pli, ni articulation.

La larve du Criocère montre de bonne heure des symptômes de malaise, cesse de manger, descend le long de la tige d'Asperge pour s'enterrer, ou se laisse tomber et demeure immobile.

Tout autour du soupirail percé dans la peau de la larve de Criocère, on observe une zone sombre, indiquant la place occupée par le parasite qui, à cette époque, s'alimente des réserves de graisse et de substances protéiques accumulées dans le corps adipeux de son hôte. Après la deuxième mue, le parasite produit de plus grands ravages encore ; les muscles, les viscères, l'épiderme sont dévorés par lui.

La larve de Criocère est finalement réduite en quelque sorte à sa cuticule qui se moule assez exactement sur le corps du parasite.

La nymphose a lieu sur place, la larve parasite faisant sauter la tête de la larve de Criocère, ou bien sortant tout à fait ou en partie de celle-ci.

L'évolution de *Meigenia* est très rapide ; sur neuf exemplaires examinés, PANTEL a relevé une moyenne de huit jours entre la ponte de l'œuf et la mise en pupe. Huit jours plus tard l'imago paraît. Il est probable qu'il arrive rapidement à maturité sexuelle et que plusieurs générations se succèdent au cours d'une même saison, car on trouve des Criocères infestés depuis le commencement de juin jusqu'à la fin d'août. Et il est vraisemblable aussi que l'existence nymphale se prolonge pour certains individus jusqu'à l'été suivant. Toutefois, l'auteur n'a pas vérifié le fait.

Aucune putréfaction ne se produit dans le corps de la larve que dévore la larve de *Meigenia*. Il y a cependant des processus fermentatifs, car on distingue une odeur rappelant celle de la pomme reinette.

Une forte proportion de Criocères périssent du fait du *Meigenia floralis*, et l'auteur dit que parfois il lui fut difficile de trouver des larves de Criocères non parasitées.

Quant aux larves surnuméraires qui sont dans le corps de l'hôte, elles périssent tuées de très bonne heure par la larve principale qui seule arrivera à son complet développement. La larve de Criocère ne peut fournir en effet que la matière nécessaire au développement entier d'une seule larve de *Meigenia*. Et au premier stade de sa vie, celle-ci possède une armature buccale en bec crochu qui lui sert à tuer ses congénères.

Découverte du parasitisme de *Meigenia floralis* chez la larve de Négril. — Le 21 juin 1914, en examinant des larves de Négril laissées dans un cristallisoir sur une couche de terre je vis que l'une d'elles, morte depuis un certain temps, contenait une nymphe de Muscide provenant d'un parasite ayant vécu à ses dépens. C'était une nymphe de *Meigenia floralis*. Le tégument de la larve de Négril était déchiré et la nymphe en forme de tonnelet rougeâtre

faisait saillie à l'extérieur, comme dans les figures 15 et 16 du présent mémoire. Le lendemain 22 juin, la petite Mouche provenant de la nymphe de Tachinaire en était sortie.

Le 24 juin, j'obtins une deuxième *Meigenia* et le 25 deux autres.

Je recueillis alors, le 21 juin, un grand nombre de larves de Négril dans la région de Montaudran et constatai que certaines d'entre elles étaient parasitées.

Le 12 juillet, j'en recueillis d'autres dans la région de Saint-Agne dont 70 p. 100 à peu près étaient parasitées. Ces larves portaient des œufs de couleur blanche sur les côtés du corps ou sous la face ventrale de celui-ci.

J'ai fait connaître dans un mémoire publié en 1917 (Voy. Lécaillon. 1917_1) les détails concernant la présence des œufs de *Meigenia* sur 16 de ces larves parasitées.

Les imagos sortirent des larves à partir du 29 juillet et s'accouplèrent. Mais elles moururent quelques jours plus tard.

En même temps que je découvrais à Toulouse que *Meigenia floralis* parasite les larves de Négril, la même découverte était également faite à Montpellier par M. F. Picard et à Bordeaux par M. le Dr Feytaud.

Observations ultérieures concernant l'abondance des larves de Négril parasitées par *Meigenia floralis.* — *Année* 1916. — Le 1er juin, l'examen d'un grand nombre de larves de Négril recueillies à Saint-Agne, me permit de constater qu'aucun parasite ne s'observait encore chez ces larves.

Des larves recueillies le 10 juin fournirent au contraire quelques parasites.

Mais celles recueillies le 1er juillet en fournirent beaucoup, en particulier deux larves portant deux œufs de *Meigenia* et douze en portant un seul.

D'autres larves capturées le 9 juillet étaient en grand nombre parasitées et portaient de un à dix œufs.

Cette même année, je pus constater que les larves de Criocères de l'Asperge portaient également de nombreux œufs de *Meigenia*, ce qui vérifiait simplement, du reste, les observations de J. Pantel

Année 1917. — Le 27 mai, les larves de Criocère de l'Asperge, pas plus que celles de Négril n'étaient encore parasitées par *Meigenia floralis.*

Le 10 juin, sur les hauteurs de Saint-Agne, je trouvai des larves des deux sortes, déjà parasitées mais en très faible nombre. Cette date marquait donc cette année-là le début de la ponte de *Meigenia.*

Sur 10 larves de Criocère, je n'en trouvai qu'une seule parasitée. Dans un premier lot de 200 larves de Négril, j'en trouvai 7 portant un œuf. Dans un deuxième lot d'une centaine de larves je n'en trouvai qu'une seule parasitée. Sur 10 larves parasitées capturées ce jour-là, 9 portaient un seul œuf et une en portait 2. Plusieurs de ces larves étaient encore assez petites, 2 assez grosses, et une troisième à peu près à sa grosseur définitive.

C'est cette dernière qui portait les deux œufs du parasite, dont l'un déjà

flétri et l'autre paraissant nouvellement pondu. Deux de ces larves subirent une mue le jour même, ce qui les débarrassa des œufs (ou de la dépouille de ces œufs si les larves en étaient déjà sorties pour pénétrer dans le corps des Négrils). Le jour suivant, deux nouvelles larves muèrent et se débarrassèrent peut-être de leur parasite par la même occasion.

Le 16 juin, toutes les larves parasitées étaient mortes et contenaient les nymphes de *Meigenia*. La larve ayant reçu deux œufs du parasite contenait une seule nymphe.

Le 24 juin, la *Meigenia* adulte sortait de la nymphe contenue dans la larve de Criocère capturée le 10 juin.

Le 24 juin, à Saint-Agne, de nombreuses larves de Négril furent recueillies de nouveau ; aucune n'était parasitée. Il est très probable que cette date correspondait à une période séparant *deux générations successives de Meigenia*. On conçoit qu'il puisse y avoir, entre deux générations qui se succèdent, un intervalle plus ou moins long pendant lequel les parasites cessent de déposer leurs œufs.

Le 7 juillet, à Bagnols, je recueillis encore quelques larves de Négril dont la plupart étient parasitées.

Année 1918. — Les observations les plus intéressantes que je fis sont :

1° Le 22 *juillet* 1918, dans un champ de Luzerne de la région de Montaudran, 22 larves recueillies au hasard étaient parasitées de la manière suivante :

9 ne portaient aucun œuf de Negril; 1 en portait 3 5 en portaient 2; 7 en portaient 1.

2° Observation du 28 juillet 1918, dans un champ de Luzerne de la région de Saint-Agne :

Sur 15 larves recueillies, les œufs du parasite étaient répartis ainsi :

4 sans aucun œuf; 1 avec 14 œufs; 1 avec 10 œufs; 1 avec 8 œufs; 1 avec 5 œufs; 1 avec 4 œufs; 2 avec 3 œufs; 4 avec 1 œuf.

3° Observation du 29 juillet 1918, dans le même champ de Luzerne auquel se rapporte l'observation ci-dessus n° 1 :

28 larves de Négrils recueillies se décomposaient ainsi :

2 avec 17 œufs; 1 avec 15 œufs; 1 avec 12 œufs; 2 avec 10 œufs; 1 avec 9 œufs; 3 avec 8 œufs; 3 avec 7 œufs; 3 avec 6 œufs; 4 avec 5 œufs; 3 avec 3 œufs; 2 avec 2 œufs; 2 avec 1 œuf; 1 avec 0 œuf.

4° Observation du 3 août 1918 dans le même champ. — Il ne fut possible de recueillir qu'une seule larve de Négril ; elle ne portait aucun œuf de *Meigenia.*

Des observations qui précèdent il résulte que vers la fin de la période où l'on rencontre les larves de Négril dans les champs de Luzerne des environs de Toulouse, la proportion dans laquelle celles-ci sont parasitées est parfois si forte que pratiquement on peut dire qu'à cette époque tous les Négrils qui existent encore sont destinés à rester sans progéniture.

Il n'est pas rare d'ailleurs de rencontrer fréquemment des anomalies relativement à la proportion des Négrils parasités que l'on observe dans les champs. Tantôt cette proportion est beaucoup plus faible dans un champ que dans un autre cependant situé à proximité, ou bien elle est beaucoup plus faible ou beaucoup plus forte chez les larves de Criocères que sur les larves de Négril situées dans le voisinage. Mais l'ensemble des résultats permet toujours de reconnaître que les Négrils parasités ne se rencontrent guère avant le 10 juin et qu'ils sont ensuite de plus en plus abondants jusqu'à la disparition des larves, dans le mois de juillet.

Ce fait est incontestablement lié à ce que *Meigenia floralis* a au moins deux ou peut-être trois générations successives au cours de l'été.

Il n'est pas rare de rencontrer des larves de Négril contenant deux ou plusieurs larves de *Meigenia* y vivant en parasites. Mais on peut dire qu'en général une seule arrive à s'y développer complètement. Parfois cependant il y en a deux dont une beaucoup plus petite et produisant un adulte de très petite taille.

Quand il y a plusieurs œufs déposés sur une même larve de Négril, tous moins un seul sont donc inutiles au point de vue de la multiplication du parasite. C'est ce phénomène que j'ai désigné sous le nom de « gaspillage » des œufs du parasite.

B. Autres parasites du Négril. — Une autre Tachinaire, *Minella nitens* peut aussi parasiter les larves de Négril. Le fait m'a été signalé, dans une lettre personnelle, par M. Feytaud. Cet entomologiste a rencontré le parasite en question, en juin-juillet 1914 dans des larves de Négril provenant de la Gironde.

Il est fort probable que si l'on étudiait avec soin les Négrils des diverses contrées où ces Insectes existent, en particulier en Espagne, en Portugal et au Maroc, on découvrirait d'autres parasites jusqu'ici totalement inconnus. Actuellement aucune recherche n'a été faite à ce sujet et il est on ne peut plus désirable que cette lacune soit comblée aussitôt que possible.

CHAPITRE VII

ÉTUDE CRITIQUE DES MOYENS AUXQUELS ON PEUT RECOURIR POUR COMBATTRE LE NÉGRIL

Au point de vue de la pratique culturale de la Luzerne, les questions traitées dans ce chapitre présentent sans conteste une importance capitale. Jus-

qu'ici les nombreux moyens proposés et essayés pour combattre efficacement le Négril, ne sont pas appliqués d'une manière suivie et systématique. Est-ce donc à dire qu'il faut abandonner tout espoir d'enrayer sérieusement les dégâts considérables qu'occasionne le dévastateur des champ de Luzere dans beaucoup de régions? Nous ne le pensons pas. Parmi les procédés déjà proposés, il en est qui sont meilleurs que d'autres et qui, appliqués judicieusement, en conformité avec les données scientifiques relatives aux mœurs, à la reproduction et aux parasites du Négril, produiraient certainement des résultats satisfaisants.

Nous examinerons donc ici les diverses manières de lutter contre le Négril, en les critiquant, en y proposant, s'il y a lieu, des modifications ou des perfectionnements logiques et en recommandant ceux qui nous paraissent les plus rationnels.

1° Emploi des prédateurs.

L'emploi des volailles peut donner dans certains cas des résultats favorables. Dans les champs de Luzerne avoisinant les exploitations agricoles, il est tout indiqué. Quand il s'agit de champs éloignés de l'habitation, l'usage des poulaillers roulants pour transporter au loin les Oiseaux de basse-cour rendrait certainement des services importants.

La destruction du Négril par les volailles peut porter sur les adultes et sur les larves, mais c'est surtout sur les adultes qu'il serait logique de la pratiquer. Il conviendrait de commencer la chasse aux Négrils adultes dès qu'on les aperçoit dans les champs, c'est-à-dire généralement dès le mois d'avril. On ne doit pas perdre de vue que les femelles de Négril peuvent commencer à pondre quelques jours après leur sortie de terre, et il importerait de surveiller avec soin leur première apparition.

La destruction complète des adultes, si elle pouvait être obtenue, entraînerait la suppression totale des larves et règlerait le problème à résoudre pour l'année en cours. On sait d'ailleurs que l'expérience a montré que les volailles perdent assez vite le goût tout d'abord très prononcé qu'elles ont pour certains insectes tels que les vers blancs, et que l'on est parfois obligé de ne plus compter sur les services qu'elles peuvent rendre habituellement. Il y aurait donc encore pour cette raison tout avantage à les utiliser de bonne heure, avant que les larves ne soient devenues trop abondantes.

Dans les circonstances actuelles, où la main-d'œuvre est rare, et fort onéreuse, la méthode préconisée ici ne saurait être que fort avantageuse.

Dans le passé, ce procédé a déjà été recommandé par de nombreux naturalistes, notamment par DAUBE (1836). L. ROULE (1903) et F. PICARD (1914). Suivant le premier de ces auteurs, les Poules surtout sont très friandes de Négrils et en dévorent de grandes quantités. Selon ROULE, les Dindons seraient aussi de grands destructeurs des mêmes insectes.

A cette méthode peut se rattacher également la question concernant la nécessité de protéger les Oiseaux insectivores, laquelle se pose du reste dans beaucoup d'autres cas analogues. Les faits signalés par Joly (Voir p. 281), relativement au rôle des Oiseaux insectivores dans la destruction du Négril, appuient cette manière de voir.

2° Fauchaison opportune de la Luzerne.

Pour le Dr Touchy (1828) on doit retarder la fauchaison de la première coupe jusqu'au moment où les petites larves apparaissent (Voir p. 240). De même pour Dupin (1840), Ed. de Limairac (1843), Joly (1844) et pour de nombreux autres auteurs. Mais il faut distinguer en réalité deux catégories parmi ces derniers : ceux qui ne conseillent que de faucher la Luzerne au moment où les jeunes larves sont apparues et seront privées d'aliment pendant un temps assez long pour les faire périr, et ceux qui recommandent d'employer, aussitôt la Luzerne fauchée, divers moyens pour détruire directement les Négrils qui existent à ce moment et ne pas les laisser émigrer. C'est qu'en effet, il n'y a pas d'instant précis où toutes les larves sortent simultanément de l'œuf et pourraient être tuées par privation d'aliment. Les larves apparaissent à des instants échelonnés sur un temps considérable, puisque certaines femelles pondent à de nombreuses reprises, pendant plus d'un mois parfois, et aussi parce que tous les adultes ne se montrent pas le même jour, mais sortent du sol les uns après les autres pendant une très longue période.

La seule fauchaison de la Luzerne ne peut donc suffire à protéger efficacement la récolte de Luzerne, mais seulement faire périr le contingent de larves qui sortent de l'œuf le jour même ou le jour suivant. Il faut, en même temps s'efforcer de détruire les adultes et les larves déjà nées à cette époque. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

3° Capture et destruction directe des adultes et des larves.

Elles peuvent être appliquées aussi avec succès, et il faut poser en principe que c'est également dès le moment de l'apparition des premiers adultes, au printemps, qu'on doit y avoir recours de préférence.

La capture des Négrils peut être réalisée par divers moyens dont voici les principaux :

a. Capture a la main. — En 1836, Daube recommanda de recueillir à la main les femelles prêtes à pondre (leur abdomen gonflé d'œufs les signale à l'attention). « J'avais cette année, dit-il, un champ de Luzerne enfermé par des murs. M'étant aperçu que la plaine voisine était déjà attaquée par le *Colaspis*, je payai pendant huit jours une femme qui recueillit de 35 à 40 kilogrammes de femelles. Aussi eus-je le plaisir de récolter environ 150 quintaux de fourrage,

au lieu que les Luzernes de mes voisins ont été entièrement perdues. N'ayant plus rien à manger de ce côté, les larves s'attaquèrent ensuite au Sainfoin et même au Blé, auquel elles firent cependant peu de mal » (cité d'après Joly) (1844).

L. Roule (1903) recommande d'employer, lorsque l'on ne dispose pas d'Oiseaux de basse-cour, des « journaliers, femmes ou enfants, qui prennent les adultes sur les feuilles, sur le sol, les mettent dans un récipient et les détruisent ensuite en les écrasant ou les brûlant. Cette cueillette est facile. L'insecte est assez gros pour qu'on l'aperçoive et le saisisse sans difficulté. Il se laisse tomber par terre au moindre choc, mais la Luzerne est rarement longue au point de le cacher. Un ouvrier ramasse ainsi, dans la journée, une quantité considérable de ces adultes. La Luzerne est piétinée, il est vrai, car il faut parcourir la prairie en tous sens ; mais elle se redresse ensuite et, en tous cas, la perte de ce chef est inférieure à celle qui surviendrait par la faute des larves prochaines ».

L'idée de Daube et de Roule, bien que très juste en théorie, semble bien difficile à être appliquée avec succès. On peut, il est vrai, recueillir des adultes à la main, mais il faut y apporter une attention trop soutenue. Les Négrils se laissent tomber avec une facilité extrême sur le sol, et ordinairement il est très difficile sinon impossible de les y retrouver. Même si la Luzerne n'est pas très haute, il est rare qu'on puisse ramasser un adulte tombé à terre au milieu des herbes.

Roule ne conseille pas de recueillir à la main les larves de Négril ; il est évident pourtant qu'on pourrait également en capturer ainsi un certain nombre tout aussi bien que des adultes. Mais il est certain qu'il vaut mieux opérer la capture par un des procédés qui suivent.

b. Capture au moyen de filets fauchoirs ou d'autres appareils analogues. — Elle est beaucoup plus efficace que la capture à la main et elle peut s'appliquer aussi bien à l'adulte qu'à la larve. D'ailleurs, pendant la plus grande partie de la saison du Négril, notamment au cours des mois de mai et de juin, on trouve simultanément, sur la Luzerne, des larves et des adultes. En avril et mai on recueillera surtout des adultes et même tout d'abord uniquement des adultes, alors qu'en juin et juillet, ce seront surtout ou uniquement des larves que l'on trouvera dans les filets.

Les *paniers* quelconques dont se servent parfois les habitants de Tarn-et-Garonne peuvent être regardés comme les appareils les plus simples de la catégorie d'instruments de capture envisagée ici.

Les *parapluies* ou les ombrelles ordinaires permettent également de capturer facilement les Négrils. En quelques secondes, je capturai ainsi, le 14 juin 1914, dans un champ des environs de Toulouse, plus de 15 000 larves.

Le *filet-fauchoir* signalé par Léon Dufour en 1836, comme étant employé en Espagne, dans la province de Valence, pour capturer les larves de Négril, et qui correspond tout à fait au *Descocadera* employé aujourd'hui dans la même

contrée, peut être considéré comme l'instrument type de cette catégorie (Voir sa description succincte page 254).

Les *parapluies et les filets* dont se servent les entomologistes peuvent servir également, avec la plus grande facilité, à capturer les Négrils.

Enfin, dans le même groupe peuvent aussi être placés des appareils un peu plus compliqués, que l'on désigne communément sous les noms de *chasse-babottes*, de *capto-Négrils*, de *négrilleuses*.

Les *chasse-babottes* peuvent être de formes diverses. Ce sont des sortes de gouttières en fer-blanc ou en bois, munies d'un long manche et que l'on promène sur les Luzernes à la façon d'une faux. Les Insectes tombent dans les gouttières-récipients et on les écrase. L'appareil employé par Bosquet (1838) et décrit ci-dessus (Voir p. 241) était un de ces appareils très simplifié.

Les chasse-babottes peuvent être montés sur roues et poussés par des hommes ou traînés par des chevaux.

Les Capto-négrils sont analogues ; on les pousse à la main ou on les fait mouvoir par un cheval. Ils se composent essentiellement d'une palette tournant sur son axe longitudinal, de façon à attirer la Luzerne sur une brosse tournant en sens inverse, laquelle débarrasse la plante des Insectes qui s'y trouvent ; sous la brosse, se trouve un récipient qui recueille les Insectes.

4° Emploi combiné de la fauchaison opportune de la Luzerne et des moyens de destruction directe des larves et des adultes de Négril.

a. Emploi de rouleaux écraseurs. — Cet emploi, déjà préconisé dès 1843 dans *L'Agriculture française*, fut recommandé en 1903 par L. Roule. En ce qui concerne les adultes, cet auteur dit qu'après la fauchaison de la première coupe, on peut faire passer un rouleau dans les champs de Luzerne. Les Négrils, abrités sous les mottes ou à la base des tiges, pourraient être tués par ledit instrument, surtout les femelles, dont le volume est beaucoup plus grand que celui des mâles, et dont l'abdomen gonflé d'œufs ne pourrait supporter la pression exercée sur lui, même quand il est placé sous le matelas que constitue la Luzerne.

Pour les larves, Roule assure qu'elles échappent à l'action du rouleau. Il essaya alors de recueillir ces larves au moyen d'une balayeuse rotative traînée par un cheval et qui fut prêté par le service de la voierie de la ville de Toulouse.

Mais la tentative n'eut pas de succès, car les larves ne purent être recueillies par cette méthode. Les anfractuosités du sol et les herbes ou la Luzerne elle-même qui le tapissent protègent toujours les Insectes, même les femelles de Négril à abdomen gonflé par les œufs.

De plus, les migrations qu'effectuent les adultes et les larves aussitôt que la Luzerne a été fauchée, les met rapidement en sûreté.

b. Emploi du « Rastra » espagnol (Voir plus haut, p. 254). — Il est possible que l'emploi d'un faisceau de branchages, dans les conditions où on l'utilise en Espagne, atteigne plus facilement les Négrils que celui d'un rouleau écraseur ; mais il est de toute évidence que beaucoup d'adultes et de larves doivent encore échapper ici à la destruction.

Mon opinion personnelle est qu'il faut avoir recours à la fauchaison opportune combinée avec la destruction directe des adultes et des larves. Et voici comment il faut procéder :

Si l'on n'a pas détruit les Négrils adultes à mesure qu'ils sortent de leur repos hivernal, on doit faucher la Luzerne autant que possible quand les dégâts des Négrils commencent à devenir sensibles. Mais il faut laisser intactes çà et là, dans le champ, de petites parcelles dans lesquelles les Négrils se réfugient. En outre, dans toute la zone marginale du champ il faut laisser également la plante debout sur une épaisseur de $0^{m},50$ à 1 mètre, de manière à empêcher l'émigration des Négrils. Ces Insectes se réfugient sur les parcelles centrales ou marginales non fauchées, et il est très facile ensuite de les recueillir directement, au moyen des filets faucheurs ou des chasse-babottes. Ce mode d'application de la méthode a déjà été d'ailleurs indiqué. Rampon, dans son livre *Les ennemis de l'agriculture*, le préconise.

L'époque de la fauchaison ne peut être fixée d'une manière ferme, car elle varie chaque année suivant que la pousse de la Luzerne est plus ou moins précoce et les Négrils plus ou moins nombreux.

5° Emploi des parasites.

Le rôle que remplit naturellement *Meigenia floralis* en tant que destructeur des larves de Négril est loin d'être négligeable (Voir les faits concernant cette question dans le chapitre précédent). Mais serait-il possible d'accroître artificiellement son importance? Il est difficile, actuellement, de se prononcer sur ce point, mais la question mérite d'être étudiée de près.

1° *Serait-il possible d'élever artificiellement le parasite en question de manière à en avoir de grandes quantités?* — Il semble permis d'être affirmatif sur ce point. *Meigenia floralis* vit aussi sur la Criocère de l'Asperge et s'étend beaucoup plus au nord que le Négril (Voir Lécaillon, 1917_2). Il semble bien aussi que c'est grâce à la Criocère de l'Asperge que le parasite peut parcourir tout son cycle évolutif qui comporte probablement plusieurs générations que le Négril, n'ayant généralement qu'une seule génération, ne pourrait héberger.

Il est probable que *Meigenia floralis* passe la période d'hiver sous forme de nymphe placée dans les larves desséchées de *Crioceris asparagi*. Il semble donc qu'on pourrait avoir, dans les Insectariums où l'on s'occupe de faire l'élevage des parasites, des *Meigenia* en quantité considérable. Il suffirait alors de les expédier dans les régions où le Négril cause des ravages, au moment où les

larves de cet Insecte peuvent être parasitées. Il serait indispensable que l'époque où les *Meigenia* adultes paraissent pour la première fois soit avancée, mais il semble bien que l'élevage artificiel de ces Diptères pourrait produire facilement le résultat désiré.

2° *Y a-t-il d'autres parasites susceptibles d'être utilisés concurremment avec* Meigenia floralis *ou à défaut de cette dernière espèce?*

Il est tout à fait impossible ici, plus encore qu'au sujet de *Meigenia floralis*, de répondre d'une manière précise. Le parasitisme de *Minella nitens* n'a pas été étudié encore. Il serait inattendu que d'autres parasites du Négril ne se rencontrent pas soit en France même, soit surtout en Espagne, en Portugal et tout particulièrement au Maroc et dans le reste de l'Afrique, où vit l'Insecte en question. Il conviendrait donc d'entreprendre des recherches à ce sujet et, dans le cas où de nouveaux parasites seraient découverts, d'examiner s'ils pourraient être pratiquement utilisés pour combattre le Négril.

6° Emploi des insecticides.

L'emploi des Insecticides contre le Négril est évidemment subordonné à diverses conditions essentielles dont l'une des plus importantes est que la Luzerne servant à l'alimentation du bétail ne soit pas polluée par des substances nocives. Il faut en outre, nécessairement, que les insecticides utilisés soient réellement efficaces et que leur prix de revient, ajouté à celui de la main-d'œuvre nécessaire pour les appliquer, ne soit pas trop élevé. Voici quels sont les substances dont l'on a jusqu'ici préconisé l'emploi et qui sont du reste d'une efficacité excessivement variable.

a. Chaux en poudre. — C'est le procédé utilisé dès 1840 par Bouscaren et qui a été signalé ci-dessus (p. 242). On l'a employé souvent depuis lors. Il est préférable d'employer la chaux vive nouvellement effritée plutôt que les poussières de chaux déjà vieilles. On répand la substance sur la Luzerne, en particulier sur les femelles de Négril dont l'abdomen est grossi par les œufs et aussi sur les larves.

Les tiges et les feuilles de la plante n'ont pas à souffrir de ce traitement. Les Insectes atteints ne tardent pas à succomber.

Il est de toute évidence que c'est encore dès le début de l'apparition des Négrils qu'il conviendrait d'effectuer le traitement.

b. On trouve dans le commerce des poudres insecticides dont l'emploi est préconisé contre le Négril. La composition de ces poudres n'est pas connue, de sorte que nous ne pouvons les recommander ici.

c. Extrait aqueux d'absinthe (*Artemisia absynthium* Linné). Ce procédé a été proposé par Joly qui ne l'a d'ailleurs pas expérimenté, mais qui le recommande parce qu'il donne de bons résultats contre les Altises des potagers et des champs en éloignant ces Insectes.

On verse de l'eau bouillante sur de l'absinthe, on laisse infuser pendant dix à douze heures et on arrose les plantes avec la solution.

d. Poussières des grands chemins. — L'emploi de ce procédé fut suggéré aussi par Joly (1844) pour les mêmes raisons que le précédent. On saupoudrerait le matin, alors que la rosée les mouille encore, les plantes que l'on veut protéger contre les Insectes, Altises ou Négrils.

Ces deux derniers procédés, suivant Joly, donneraient sans doute de bons résultats si on les appliquait à la deuxième coupe de la Luzerne, alors que celle-ci n'est pas encore très développée, et les larves de Négril déjà abondantes.

e. Insecticide a base de cyanamide de calcium. — Ce procédé a été utilisé avec succès par M. Solanet. Le mélange employé est le suivant :

Cyanamide	100 kg.
Plâtre agricole	200 —
Cendres de bois	100 —

Cette quantité est nécessaire pour un hectare. On la répand sur la Luzerne de la deuxième coupe, alors que les Négrils commencent à paraître.

On a vu précédemment (Voir p. 254) qu'en Espagne on saupoudre avec cette même substance les « zones de défense » de 2 à 3 mètres de largeur, que l'on établit autour des champs de Luzerne pour empêcher leur invasion par des larves de Négril venant du voisinage, et que P. Vayssière propose aussi cette méthode pour combattre les dégâts que le Négril cause au Maroc (Voir p. 256).

f. Poudres a base de naphtaline. — Divers auteurs recommandent ces poudres et assurent qu'elles sont efficaces. En se basant sur les recherches que nous avons exécutées, M. Audigé et moi, en grande partie sur les Négrils adultes et sur les larves de cette espèce (Voir Lécaillon et Audigé, 1912-14), il est permis d'affirmer que l'on ne pourrait obtenir aucun résultat important avec cette substance, soit pour détruire les Négrils qui se trouvent sur la Luzerne, soit pour protéger celle-ci contre l'invasion d'Insectes venant du voisinage.

g. Emploi d'insecticides a base de pétrole. — Il existe aussi des insecticides à base de pétrole et qui produiraient de bons effets pour combattre le Négril. La composition de ces substances n'étant pas connue, nous ne pouvons émettre aucune opinion à leur sujet.

h. Emploi des insecticides arsénicaux. — L'emploi général de ces substances en Espagne et les bons résultats qu'on en tire permettent d'attacher une grande importance à cette méthode. Nous ne croyons pas qu'en France on ait jusqu'ici osé donner aux bestiaux de la Luzerne traitée par les insecticides à base d'arsenic. Et pourtant, le mode d'emploi de ces poisons, tel qu'il est réalisé en Espagne, paraît réellement sans danger. Il convient pourtant de faire ressortir que les raisons données dans la note de l'Institut agricole Alphonse XII, de Madrid, pour expliquer l'inocuité du traitement à l'arséniate de chaux, ne concordent pas avec celles qui sont alléguées par la Mancommunauté de Barce-

lone. D'un côté, il est dit que le fourrage peut être donné au bétail, sans danger, huit jours après le traitement, car la croissance rapide de la Luzerne suffit à faire tomber facilement la matière dangereuse qui reste tout d'abord attachée aux feuilles et aux tiges de Luzerne. D'autre part, on parle de donner la plante aux bestiaux vingt jours après le traitement, les pluies et la rosée suffisant à débarrasser la Luzerne de la matière insecticide que l'on a projetée sur elle.

Il est fort possible du reste que les conditions climatiques pouvant différer beaucoup suivant qu'on les considère en Catalogne d'une part et à Murcie et Valence d'autre part, les différences d'interprétation signalées ci-dessus puissent facilement s'expliquer.

La conclusion à tirer est donc la suivante : le traitement par les insecticides arsénicaux est possible à la condition de le surveiller avec soin et de toujours vérifier que le fourrage donné aux bestiaux, après avoir été préalablement traité par l'arsenic, est réellement sans danger pour eux.

i. *Question relative à la destruction des Négrils du sol pendant leur hibernation.* — Aucune méthode n'a jamais été expérimentée dans le but de détruire les Négrils contenus dans le sol pendant la période d'estivation ou d'hibernation de ces Insectes. La possibilité d'arriver à un tel résultat a cependant été discutée par ROULE (1903). Suivant cet auteur, le long séjour et l'immobilité des Négrils pendant la longue période d'estivation et d'hibernation seraient favorables à une destruction produite par l'injection dans le sol de matières insecticides convenablement choisies.

Pourtant l'auteur déclare qu'il n'a fait aucun essai dans ce sens, parce qu'il estime que l'état de vie ralentie où se trouvent ces Insectes est une cause qui augmente leur capacité de résistance aux insecticides. Leur respiration particulièrement est alors réduite au minimum. Il faudrait de grandes quantités de sulfure de carbone pour déterminer la mort des Négrils ainsi protégés ; les trous d'injection devraient être forés très près les uns des autres.

On pourrait penser à immerger la prairie, pendant l'automne, sous une épaisseur d'eau suffisante, comme on le fait pour combattre le Phylloxera de la vigne qui hiberne sur les racines de cette plante. Mais, suivant ROULE l'amoindrissement des échanges respiratoires pendant l'hibernation du Négril ne serait pas favorable à l'emploi de ce procédé.

On pourrait dissoudre, dans l'eau employée pour la submersion de la prairie, des substances insecticides telles que des sulfocarbonates ; mais ici encore les dépenses seraient trop élevées.

Si l'on se base sur l'action qu'exerce le sulfure de carbone sur le Négril, d'après les recherches que j'ai faites en collaboration avec AUDIGÉ (LÉCAILLON et AUDIGÉ, 1914) il paraît certain que les injections de sulfure de carbone dans le sol seraient inefficaces contre les Négrils qui pourraient s'y trouver. D'ailleurs, où injecterait-on les substances destinées à tuer les Négrils du sol? Il est fort probable que ce n'est pas dans le sol des champs de Luzerne eux-

mêmes que sont surtout les Négrils qui hivernent. En général, ce sol n'est plus suffisamment meuble pour permettre aux larves de s'y enfoncer. C'est aux environs, dans les talus des fossés ou qui bordent les routes et les sentiers, dans les haies, dans les murs entourant les champs, que se sont réfugiées les larves au moment de se métamorphoser. Il est certain que l'on ne peut avec certitude atteindre les Négrils adultes qui en dérivent et essayer de les tuer au moyen d'insecticides injectés dans les cachettes où ils sont renfermés.

7° Moyens préservatifs contre l'invasion des Négrils qui émigrent.

On peut se proposer de protéger un champ de Luzerne contre une invasion de Négrils émigrés de champs voisins. Il suffirait pour obtenir ce résultat de saupoudrer toute la bordure du champ sur une largeur d'un mètre environ, avec un mélange de chaux pulvérulente et de cendres ou de naphtaline pulvérisée ou avec un mélange de cyanamide de calcium, de cendres et de plâtre.

On peut laisser, au delà de la bande saupoudrée, une largeur égale de Luzerne naturelle sur laquelle les Négrils envahisseurs s'arrêteront pour manger et où on pourra les détruire (cité par Guénaux) (1). On a vu précédemment (Voir p. 254) qu'en Espagne ces moyens de protection sont parfois employés.

8° Conclusions relatives aux moyens à employer pour combattre le Négril.

Les moyens rationnels que l'on peut employer pour combattre efficacement le Négril sont nombreux. S'ils ne sont pas plus employés, et même ne le sont que très peu dans certaines régions ou pas du tout dans d'autres, c'est par suite de l'habitude regrettable qu'ont beaucoup de populations rurales de ne pas apprécier suffisamment l'étendue du tort que causent aux récoltes les Insectes nuisibles tels que le Négril et beaucoup d'autres. Ces populations ne croient pas non plus à l'efficacité des moyens de destruction qui sont préconisés, parce que les résultats qu'ils permettent d'obtenir sont parfois à échéance assez lointaine. De plus, la non exécution des lois qui exigent la destruction des animaux nuisibles à l'Agriculture étant souvent tolérée plus ou moins ouvertement par les pouvoirs publics, lesdites lois finissent par tomber complètement en désuétude. Tant que cet état de choses ne disparaîtra, la lutte contre les ennemis des plantes cultivées ne pourra produire tous les effets qu'elle est capable d'obtenir.

Parmi les meilleurs moyens à employer pour combattre le Négril, il convient de mettre *au premier rang* ceux qui peuvent détruire les adultes à mesure qu'ils sortent de terre au printemps. Il importe de ne pas oublier qu'un seul

(1) Guénaux, Traité de Parasitologie agricole, Paris, 1923.

couple de ces animaux peut engendrer, en un mois et demi, près d'un millier de larves.

La fauchaison précoce (ou retardée suivant les cas) de la première coupe doit aussi être considérée comme avantageuse, lorsque la destruction de l'adulte n'a pas été pratiquée, à la condition de laisser des parcelles intérieures et une bordure de Luzerne servant de pièges au Négril. Celui-ci est alors facilement détruit par un procédé quelconque.

L'emploi des insecticides énergiques, tels que les substances arsenicales et la cyanamide de calcium, peut rendre aussi de grands services. L'utilisation des arsenicaux devra néanmoins être pratiquée avec la plus grande prudence, lorsqu'il s'agira de donner ensuite le fourrage aux animaux. Dans chaque cas, il sera indispensable de s'assurer que le dit fourrage est complètement inoffensif.

Enfin, l'accroissement artificiel du rôle que les parasites du Négril jouent dans la destruction de cet insecte pourrait être envisagé. Mais actuellement ces parasites ne sont pas tous connus, et l'élevage de ceux qui ont été trouvés jusqu'ici n'a pas encore été tenté. Sur ce point, l'avenir seul dira s'il y a quelque progrès à réaliser

Conclusions générales.

1° Le Négril de la Luzerne, par l'importance des dégâts qu'il cause, peut être considéré comme l'un des grands ennemis de l'agriculture. Il est nuisible en général dans les pays du pourtour méditerranéen et pyrénéen, surtout actuellement dans le Midi et le sud-ouest de la France, l'Espagne et certaines régions du Nord africain (Maroc) ;

2° Bien que de nombreux procédés pour le combattre aient déjà été indiqués, aucune lutte systématique, rationnelle et obligatoire n'est pratiquée contre lui ;

3° Le Négril n'a en général qu'une génération annuelle (au moins en France), mais chaque couple peut produire jusqu'à près d'un millier de larves au printemps ;

4° Les dégâts sont causés par l'adulte lui-même qui peut vivre pendant un mois et demi environ et par les larves. Celles-ci ne mangent la luzerne chacune que pendant une douzaine de jours, mais, vu leur grand nombre, ce sont elles qui causent le plus de tort ;

5° Les adultes et les larves peuvent émigrer d'un endroit à un autre quand on fauche les champs de luzerne ou quand ceux-ci sont épuisés ou quand les larves vont se métamorphoser. Ils peuvent manger pendant quelques jours des plantes autres que la luzerne ;

6° Les adultes passent l'été, l'automne et l'hiver enfoncés dans la terre, les talus qui bordent les champs et les sentiers, les murs qui limitent les champs ;

7° Les oiseaux de basse-cour, les oiseaux insectivores et d'autres animaux

carnassiers détruisent les Négrils. Le parasite principal actuellement connu est *Meigenia floralis*. En France ce parasite détruit une très grande partie des larves de Négril qui se trouvent dans les champs à la fin de juin et en juillet ;

8° Les procédés de destruction du Négril les plus logiques sont ceux qui sont indiqués plus haut à la fin du chapitre VII.

BIBLIOGRAPHIE

1889-1901. BEDEL (LOUIS). — Faune des Coléoptères du bassin de la Seine, t. V, p. 273-274.

1838. BOSQUET. — Mémoire sur le *Colaspis atra*, connu vulgairement sous le nom de Négril (*Journ. d'Agric. pratique et d'économie rurale pour le Midi de la France*, 2e série t. VI, p. 129-141).

1840. BOUSCABEN. — (*Bull. de la Soc. d'Agric. du département de l'Hérault*, p. 307.

1836. DAUBE. — (*Ann. de la Soc. entom.*, t. V, p. 46).

1651. DE SERRES (OLIVIER). — Théâtre d'Agriculture, p. 241, Genève.

1836. DUFOUR (LÉON). — (*Ann. de la Soc. entom. de France*, t. V, p. 371).

1840. DUPIN. — (*Bull. de la Soc. d'Agric. du département de l'Hérault*, p. 256).

FABRICIUS (J.-C.). — *Systema Eleutheratorum*, t. I, p. 415.

1843. INSPECTEURS DE L'AGRICULTURE. — Agriculture française pour le département de la Haute-Garonne, p. 236.

1844. JOLY (NICOLAS). — Recherches sur les mœurs, les métamorphoses, l'anatomie et l'embryogénie d'un petit Insecte coléoptère (*Colaspis atra* Fabr.) qui ravage les Luzernes du Midi de la France (*Annales des Sc. naturelles*, t. II, 3e série). Ce mémoire se trouve aussi sous un titre différent dans le *Bull. de la Soc. d'Agric. de l'Hérault* 1844.

1852. — Article dans le *Nouveau manuel complet du destructeur des animaux nuisibles*. Collection Roret, p. 192-195).

An 12. LATREILLE (P.-A.). — *Histoire naturelle des Crustacés et des Insectes*, t. XI, p. 392.

1914. LÉCAILLON (A.). Sur la fécondité du Négril des Luzernes (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*).

1916. LÉCAILLON (A.). — Sur l'existence d'un parasite des larves du Négril de la Luzerne, et sur les mœurs de ce parasite (Communication faite à la *Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, 15 novembre 1916).

1917_1. — Négril et Galéruque. Notes sur la biologie du Négril de la Luzerne, de la Galéruque de l'Orme et de la Galéruque de l'Aulne (*Annales des Epiphyties*, t. IV, p. 145-161).

1917_2. — Sur la manière dont *Meigenia floralis* parasite le Négril de la Luzerne et sur l'importance du rôle destructeur qu'elle joue vis-à-vis de cet insecte nuisible (*Comptes rendus des séances de l'Acad. d'agriculture de France*, t. III, p. 881 à 885).

1922. LÉCAILLON (A.). Notes sur le Négril. 1° Ancienneté du Négril et régions diverses où on a signalé sa présence (*Revue de zoologie agricole et appliquée*, 21e année, fasc. XI, Bordeaux).

1922. — Notes sur le Négril. 2° Plantes diverses pouvant plus ou moins servir d'aliment au Négril (*Rev. de zool. agricole et appliquée*, 21e année, fasc. XII, Bordeaux).

1912. LÉCAILLON (A.) et AUDIGÉ (J.). — Recherches relatives aux moyens à employer pour combattre les insectes nuisibles. 1re note : emploi de la naphtaline (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. XLIV, p. 61-77).

1913. — 2e note : sur les propriétés insecticides du sulfure de carbone (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. XLV, p. 11-17).

1914. — 3e note : Sur les propriétés insecticides du sulfure de carbone (*suite*) (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. XLVI, p. 85-91).

1914. — 4e note : Quelques expériences nouvelles sur les propriétés insecticides de la naphtaline (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. XLVI, p. 123-127).

1922. — Sur les propriétés insecticides du Toluène (*Annales des Épiphyties*, t. VIII p. 19-25).

1874. Lefèvre (Édouard). — Monographie des espèces européennes du genre *Colaspidema* (*Ann. de la Soc. entom. de France*, 5e série, t. IV, p. 329-350).

1848. Limairac (Ed. de). — De l'Eumolpe (*Journal d'Agric. pratique et d'économie rurale pour le Midi de la France*, t. VI, p. 236, Paris).

1919. Muratet (H.). — Nouvelles observations sur les mœurs du Négril (*Comptes rendus des séances de l'Acad. d'agriculture*, t. V, p. 970).

1790. Olivier. — *Encyclopédie méthodique*, article « Chrysomela », p. 719.

1902. Pantel (J.). — Sur la biologie du *Meigenia floralis* Mg. (*Bull. de la Soc. entom. de France*, 1902, p. 56-60).

1919. Peyerimhoff (P. de). — Notes sur la biologie de quelques Coléoptères phytophages du Nord africain (*Ann. de la Soc. entom. de France*, vol. LXXXVIII, p. 225).

1902. Roule (Louis). — Le cycle biologique de *Colaspidema atrum* dans le Midi de la France ; sa durée et ses variations (*Soc. d'Histoire naturelle de Toulouse*, t. XXXV, p. 122-130).

1903. — Le Négril des Luzernes, ses mœurs et les moyens de lutter contre lui (*Progrès agricole et viticole*, extrait p. 1-10).

1828. Touchy. — (*Bull. de la Soc. d'Agric. du départ. de l'Hérault*, p. 5).

PARTIE COMPLÉMENTAIRE

1914. Picard (F.). — Les Insectes de la Luzerne (*Progrès agricole et viticole*, Montpellier).

1921. Vayssière (P.). — Les Insectes nuisibles aux cultures du Maroc (*Annales des Épiphyties*, t. VIII, 1921).

EXPLICATIONS DES DEUX PLANCHES EN COULEURS

Fig. 1. — Négril mâle, dont les dimensions linéaires sont agrandies douze fois. A droite de la figure principale est représenté un Négril mâle de grandeur naturelle.

Fig. 2. — Négril femelle à l'époque de la ponte ; même agrandissement que dans la figure ci-dessus. A droite de la figure principale, est représentée une femelle de grandeur naturelle.

Fig 3. — Groupe de 9 œufs de Négril, grossi douze fois en diamètre.

Fig. 4. — Jeunes larves de Négril venant de naitre et vues l'une par la face dorsale et l'autre de profil Leur teinte fondamentale est jaune-rougeâtre, analogue à celle des œufs. Cependant, de très petites taches noires se voient déjà sur tout le corps. Les poils sont noirs également et raides.

Fig. 5. — Larve de Négril ayant trois à quatre jours. De nombreuses taches noirâtres sont sur le corps, *à la base des poils.* La tête est aussi de couleur foncée, ainsi que la face dorsale du premier anneau thoracique. Les pattes sont aussi devenues noirâtres.

Fig. 6. — Larve de Négril de taille moyenne, âgée de sept jours. Les parties pigmentées en noir de la cuticule sont déjà très développées.

Fig. 7. — Larve de douze jours venant de muer. La teinte générale est devenue jaune, mais les yeux et tous les poils couvrant le corps sont restés noirs.

Fig. 8. — Larve de quatorze jours, ayant sa taille définitive. Elle est d'une couleur fondamentale noirâtre. Mais si l'on regarde attentivement, on aperçoit, entre les plaques noirâtres disséminées sur tout le corps, une teinte jaunâtre.

Fig. 9. — Rameau de Luzerne en partie mangé par des larves de Négril aussitôt après leur naissance Les folioles sont criblées de petits trous souvent incomplètement percés, parce que le parenchyme n'a pas été creusé partout dans toute son épaisseur.

Fig. 10. — Nymphe nouvellement formée. Elle est d'une teinte orangée. Sur la tête et tout l'abdomen sauf les deux premiers anneaux se trouvent des poils courts de couleur noire. Sur l'abdomen, les stigmates paraissent sous forme de petites taches blanches au centre desquelles sont des points noirs. Le corps est très raccourci par rapport à celui de la larve arrivée au terme de sa croissance.

Fig. 11. — Une foliole analogue à celles de la figure précédente, mais plus agrandie.

Fig. 12. — Larve de Négril portant deux œufs de *Meigenia floralis* placés sur la partie latéro-ventrale du corps, du côté droit. La larve est en état de contraction.

Fig. 13. — Autre larve de Négril portant sept œufs de *M. floralis.*

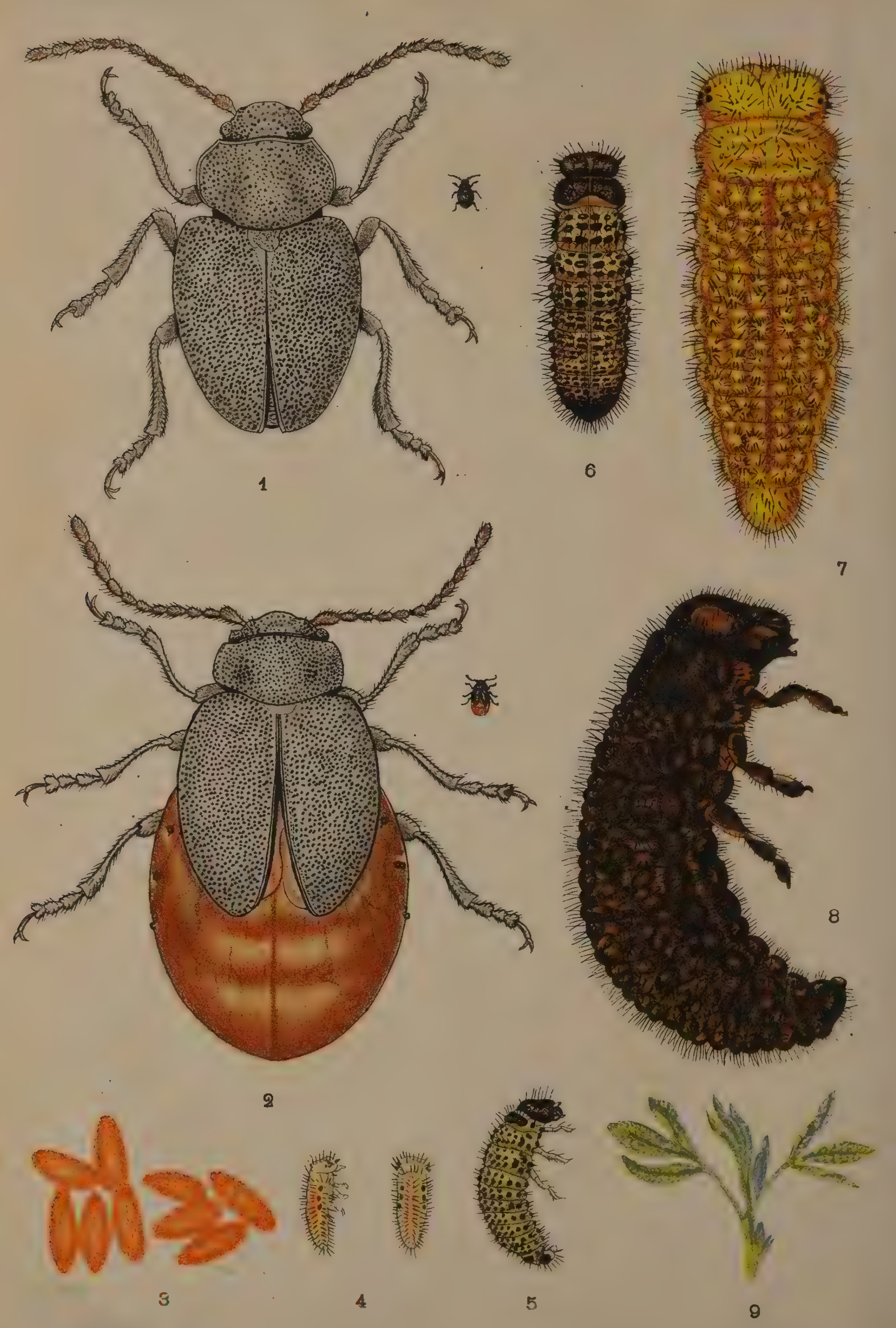
Fig. 14. — Larve de *Meigenia floralis* vue par la face ventrale.

Fig. 15. — Nymphe de *Meigenia floralis*, presque entièrement sortie du corps d'une larve de Négril La tête de celle-ci est presque arrachée du corps.

Fig. 16. — Autre nymphe de *Meigenia floralis* dans une larve de Négril. Ici la nymphe du parasite fait saillie par la face ventrale de la larve parasitée.

Fig. 17. — *Meigenia floralis* provenant d'une larve de Négril parasitée.

Fig. 18. — Photographie représentant cinq larves de Négril en état de contraction.



M. BRY LITH. SCEAUX.

L. BISCONS DEL.



M. BRY LITH. SCEAUX. D. BISCONS DEL.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA LUTTE CONTRE LA FOURMI D'ARGENTINE (*IRIDOMYRMEX HUMILIS* MAYR.) EN FRANCE

Par R. Poutiers,
Chef de l'Insectarium de Menton.

Avant-propos. Organisation locale de la lutte.

Les recherches entreprises en 1920 en vue de délimiter les taches d'invasion de la Fourmi d'Argentine dans le Midi de la France, m'avaient conduit à la découverte de deux zones, l'une assez réduite, à Tamaris, près de Toulon, et l'autre, de dimension plus étendue, à Cannes. Le premier foyer couvrait une superficie d'une dizaine d'hectares, alors qu'à Cannes, le foyer se répartissait en deux centres bien nets, l'un, à l'ouest, d'une superficie de 150 hectares environ et l'autre de quelques hectares à l'est, quelques points isolés ayant été découverts peu après au nord de la ville. La marche de l'invasion ne progressait heureusement que lentement et aucun combat sérieux ne fut engagé jusqu'au moment où M. Chopard, chargé de mission en 1921, eut provoqué la constitution d'une association de défense. Cet organisme, sous l'impulsion de son actif président M. Léon, se mit alors en devoir de réaliser les mesures qui s'imposaient. La progression de la Fourmi fut alors ralentie, les foyers se réduisirent peu à peu en nombre et en densité, si bien qu'à la fin de 1924, on pouvait envisager en toute tranquillité le retour à la vie normale, soit dans les habitations, soit dans les cultures.

On pouvait craindre toutefois la dissémination de la Fourmi d'Argentine sur la côte, mais l'examen des échantillons de Fourmis reçus de nombreuses régions des Alpes-Maritimes et du Var n'a jamais révélé jusqu'à cette date la présence de cette espèce ailleurs que dans les zones que je viens de signaler. Par contre, d'importants foyers se sont déclarés en Italie, dans la région de San Remo, et à Valence en Espagne : leur origine semble être due à l'un des moyens habituels de dispersion, qu'ont mis si bien en évidence Newell et Barber, et que je rappellerai, afin qu'ils soient autant que possible, évités. Ce sont, d'après ces auteurs :

1° Extension naturelle des foyers déjà existants, extension lente, mais con-

tinue, la direction des exploratrices étant guidée par l'attirance des vivres, à petite distance ou au loin ;

2° Extension naturelle, par le vol, de femelles accouplées ou fécondées. Ce cas est probablement fort rare, car une femelle est incapable de subvenir seule aux soins du nid, à l'alimentation et à l'entretien des larves, etc. Le maintien dans une nouvelle région, et sans l'aide d'ouvrières, d'une femelle isolée, semble donc problématique ;

3° Dispersion par les cours d'eau. C'est un mode d'extension très fréquemment observé en Amérique. Les Fourmis, sexuées et neutres sont emportées par des corps flottants (bois, végétaux, etc.) et s'établissent d'abord sur les rives où échouent ces corps, puis se propagent aux alentours et de proche en proche ;

4° Dispersion artificielle. C'est indiscutablement l'Homme qui est l'agent principal de dissémination de la Fourmi d'Argentine, par les différents moyens de transport qu'il a à sa disposition, chemin de fer, bateau, voitures, automobiles, etc. Les Fourmis sont, en effet, très aisément convoyées par des plantes en motte, ou en pot, par des colis de denrées alimentaires, etc. On a signalé, par exemple aux États-Unis, des Fourmis d'Argentine dans l'intérieur de régimes de bananes. Newell et Barber ont observé également une femelle avec beaucoup d'ouvrières à l'intérieur d'un omnibus vide, ayant stationné quelques heures sur un « chemin » de Fourmis d'Argentine.

Les causes de dispersion étant, on le voit, extrêmement variées et souvent inattendues, il importe d'en tenir compte dans la lutte que l'on se propose d'engager contre cet insecte. A cet égard, il serait à souhaiter qu'un service de surveillance soit sévèrement exercé sur les régions contaminées, afin d'éviter le transport éventuel de colonies de Fourmis en activité. Cette surveillance est d'ailleurs rigoureusement mise en pratique pour les produits agricoles soumis à l'exportation, mais n'existe pas pour les échanges à l'intérieur de la France. Bien des contrées jouissent d'un climat favorable à la pullulation de l'*Iridomyrmex* et il serait regrettable que l'imprudence d'un propriétaire ou la négligence d'un pépiniériste fussent la cause d'une contamination nouvelle. Les produits reconnus susceptibles de véhiculer des colonies de Fourmis devraient être frappés sinon d'une interdiction de sortie de la zone envahie, mais, du moins, de l'obligation d'une visite sanitaire dont le vendeur et l'acquéreur tireraient respectivement tout avantage.

Lorsque ces points furent précisés auprès des propriétaires de Cannes, ceux-ci reconnurent la nécessité d'une entente et d'une aide mutuelle pour entreprendre la lutte. Le 24 juin 1920, fut fondée à Cannes une Association sous le nom d'« Association de défense contre les Fourmis » dont le but général était « l'étude et l'application des moyens de défense contre les Fourmis et le but spécial, la lutte contre ces insectes » (art. 7 des Statuts).

La tâche que se proposait le Conseil d'Administration était ardue, car

elle mettait en jeu la confiance et la patience des intéressés ; il fallait à tout prix éviter de provoquer chez ceux-ci un découragement préjudiciable au but à atteindre.

La première année fut celle de l'organisation et de la mise à l'essai des méthodes qui, seules, avaient donné aux États-Unis des résultats satisfaisants. L'usage des produits employés pour la lutte étant interdit par la loi (sels arsénicaux solubles), une autorisation spéciale fut demandée au Ministère de l'Agriculture qui l'accorda peu après, sous les réserves légales d'addition dans les appâts de matières colorantes prévues et de substances inertes.

Une sérieuse propagande fut faite auprès des propriétaires atteints par la Fourmi d'Argentine pour qu'ils s'inscrivent aussi nombreux que possible membres de l'Association, et, d'accord avec les Services agricoles départementaux, l'Association pria le Préfet de prendre un arrêté rendant obligatoire la lutte contre la Fourmi d'Argentine ; cet arrêté fut signé le 21 janvier 1921, avant la campagne de printemps. Cette campagne était minutieusement préparée mais l'Association n'avait pas de ressources pour faire face au paiement des équipes d'ouvriers et des produits nécessaires. Malgré la bienveillante et immédiate intervention financière de l'Office agricole départemental, les sommes réunies étaient très insuffisantes. Fort heureusement, la Municipalité de Cannes, pressentie de nombreuses fois et comprenant le danger d'une inaction prolongée, s'engageait un peu plus tard à verser une subvention annuelle importante. Sur l'intervention de M. LAURENT, Inspecteur général de l'Agriculture, l'Office régional agricole du Midi devait également subventionner l'Association d'une forte contribution annuelle. Estimant enfin, à juste titre, que les intéressés devaient supporter eux-mêmes une partie des frais de la lutte, l'Association décidait en juin 1922, que chaque propriétaire, Membre de l'Association, paierait une somme de 50 francs par hectare avec un minimum de 25 francs, cette cotisation leur donnant, par contre, droit à la gratuité du traitement dans leur domaine. Quelques autres subventions de moindre importance furent aussi acquises, accordées par le Conseil municipal du Cannet, le Syndicat d'initiative de Cannes, le Syndicat des Hôteliers, si bien que plus de 50 000 francs rentrèrent à la caisse de l'Association pour la campagne d'été de 1922.

Si la réalisation de la lutte n'avait pu revêtir toute son ampleur jusqu'au printemps de 1922 il faut cependant reconnaître que l'Association n'avait pas perdu son temps. Des conférences avaient été organisées sous ses auspices, des brochures, des circulaires, des rapports avaient été répandus à profusion parmi les intéressés : enfin, de nombreuses substances et de nombreux mélanges avaient été mis à l'épreuve de façon que soient préconisées, en définitive, des méthodes et des formules qui aient fait leurs preuves.

En contact étroit avec les dirigeants de l'Association et notamment avec le Président M. C. LÉON et le Secrétaire M. MAILLAN, qui, toujours, étaient prêts à expérimenter de nouvelles formules et faire les observations avec une rigou-

reuse impartialité, j'ai eu ma tâche grandement facilitée lorsque je fus délégué en mars 1922 par M. le Ministre de l'Agriculture pour diriger, du point de vue technique, la lutte contre la Fourmi.

Technique de la lutte contre la Fourmi.

Ayant en grande partie résolu les difficultés financières, mais ne pouvant compter dans l'action que sur elle-même, l'Association de défense prit à son compte la constitution d'équipes ouvrières pour la désinfection des propriétés contre la Fourmi d'Argentine. D'abord deux ouvriers puis quatre hommes et un contremaître furent employés pendant toute l'année à ce travail. Les propriétaires récalcitrants ne tardèrent pas, à quelques exceptions près, à rentrer à l'Association dont ils reconnaissaient d'ailleurs et immédiatement les avantages. La désinfection d'un hectare revenait en effet à environ 500 francs et l'Association n'en demandait que 50, la différence étant couverte par les subventions diverses. En outre, l'unité de direction et de méthode permettait la réalisation d'un plan de combat qui eût été difficile à suivre si l'on en avait laissé l'initiative aux propriétaires qui, pour beaucoup, sont absents de Cannes chaque année pendant l'été.

Le principe de la méthode est d'atteindre non pas les Fourmis ouvrières qui sont des neutres, mais les femelles qui sont les pondeuses. Avant l'organisation de la lutte, quelques propriétaires fort incommodés par l'*Iridomyrmex* détruisaient par l'aspersion d'insecticides ou le feu d'une lampe à souder des quantités innombrables d'ouvrières, sans qu'une amélioration puisse être constatée dans leur vie domestique : les femelles peuvent, en effet, très rapidement reconstituer leur colonie affaiblie par une telle destruction. S'inspirant des procédés employés aux États-Unis, on proposa donc à la gourmandise des ouvrières un sirop faiblement toxique, afin qu'elles ne soient pas immédiatement empoisonnées. Ce n'est en effet qu'au bout de quelques heures que survient la mort. Pendant ce laps de temps, la fourmi, le jabot gorgé du liquide toxique a pu rentrer au nid et dégurgiter une partie du liquide pour nourrir les larves et les femelles pondeuses. L'œuvre de mort est donc portée par celle-là même dont la mission naturelle était la subsistance de la Colonie.

Lutte d'été. — L'Association fit donc préparer par un pharmacien de Cannes, dès le printemps de 1922, des quantités suffisantes de sirop toxique pour faire face à toutes les demandes pressantes des membres. Après avoir tenté de substituer aux formules américaines des produits différents, des constituants moins coûteux, on arrêta finalement la formule suivante qui, seule, avait conservé dans les diverses circonstances une puissance attractive marquée:

Sucre blanc	473	grammes.
Eau distillée	408	—
Arsénite de soude	2	—
Acide tartrique	0gr,61	

Faire bouillir à feu doux une demi-heure, puis préparer :

II.	Miel filtré	77	grammes.
	Eau distillée	40	—
	Matière colorante légale	Q. S.	

Soit env. un kilogramme.

Mélanger les deux solutions I et II (L'eau évaporée pendant l'ébullition doit être remplacée de façon que le poids total soit 1 kilogramme).

Ce sirop était distribué dans de petits sacs en papier qu'un ouvrier paraffinait au préalable en les trempant ouverts dans un bain de paraffine fondue. 50 centimètres cubes de sirop étaient placés dans chaque sac, et les fourmis pouvaient s'en alimenter en rentrant par de petits trous circulaires pratiqués au-dessus du niveau du liquide. En 1922, on suspendit 14000 sacs à sirop aux arbres, le long des treilles, près des maisons, etc. En 1923, l'Association de défense distribua 70 000 appâts, et en 1924, 100 000 appâts nécessitant pour leur alimentation plus de 5 000 litres de sirop toxique

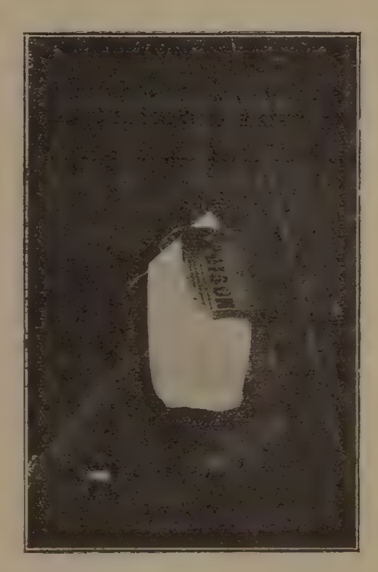


Fig. 1. — Sac-appât en position sur un cep de vigne.

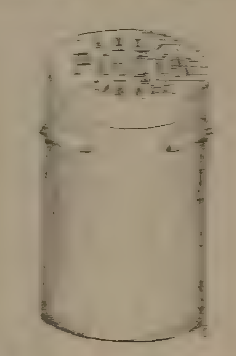
Cependant, comme on avait remarqué qu'un début de fermentation se produisait dans le sirop au cours de l'été, l'Association fit alors supprimer le miel, cause de cette fermentation et ajouter un peu de benzoate de soude, ce qui n'en diminuait pas le pouvoir attractif, mais en maintenait la conservation plus longtemps. Placés sur les passages de Fourmis, les appâts étaient généralement bien visités par la Fourmi d'Argentine. En files ininterrompues, ces insectes pouvaient être facilement observés à la sortie des sacs, l'abdomen gonflé et rendu presque transparent par la forte quantité de sirop absorbée. Les équipes d'ouvriers avaient pour mission de vérifier constamment et soigneusement pendant l'été le contenu des sacs, de renouveler les provisions de sirop et changer ceux des sacs qu'un accident avait pu détériorer. Il est à noter que, malgré la grande quantité d'appâts distribués, et, par conséquent, l'importante dissémination de solution arsénicale dans la région, aucun accident d'aucune sorte ne fut enregistré pendant la période des traitements.

On sait que les Fourmis s'alimentent du liquide sécrété par les Pucerons ou Cochenilles, activant ainsi la fonction excrétrice de l'insecte, et, par contre-coup, sa nutrition. A ce sujet, l'*Iridomyrmex humilis* établi sur les plantes infestées de Pucerons ou de Cochenilles une sorte de protection à leur égard, chassant les prédateurs et ennemis de toutes sortes de ces insectes nuisibles. L'attraction exercée, en outre, par ces insectes est très préjudiciable au pouvoir attractif du sirop des sacs-appâts qui sont, ainsi négligés par les Fourmis, de moins plus rarement visités. On essaya donc, pour obvier à cet inconvénient, d'isoler les arbres, tels que Orangers contaminés par le « Pou rouge » ou *Chrysomphalus dictyospermi*, ou les Mimosas contaminés par l'*Icerya purchasi*, à l'aide de ceintures gluantes ou de ceintures en ouate. Ce dernier procédé fut abandonné et seules, les ceintures de « Tanglefoot » sorte de glu américaine, dont on ne put malheureusement se procurer que de faibles quantités, donnèrent d'excellents résultats. La matière gluante était placée au niveau des fourches de charpente, et les sacs placés au-dessous, si bien que les Fourmis arrêtées par la barrière infranchissable de glu allaient plus aisément puiser leur alimentation dans les sacs de sirop toxique.

Lutte d'hiver. — Afin d'assurer à la lutte une continuité suffisante toute l'année, l'Association compléta son action par une lutte d'hiver. Mettant à profit le fait que les colonies de Fourmis d'Argentine aiment à se retrouver dans un milieu chaud et humide, comme le fumier, par exemple, elle fit construire, en 1924, 11.000 caisses-pièges qui furent réparties sur les territoires infestés. Ces pièges sont des boîtes en bois épais, de forme cubique, d'environ 40 centimètres de côté. Sans fond, elles sont recouvertes seulement d'une plaque de tôle galvanisée dépassant légèrement les bords de la caisse. A moitié remplies de fumier ou de produits végétaux en décomposition, ces caisses sont placées et échelonnées sur les terrains contaminés, en choisissant autant que possible une exposition bien ensoleillée. La Fourmi d'Argentine vient en nombreuses colonies s'installer dans ces caisses pour l'hivernage. Au mois de janvier, les équipes de l'Association procèdent à une première visite des pièges et à leur désinfection. Munis de « cloches » en zinc, d'une dimension un peu supérieure à celle des caisses, les ouvriers couvrent le piège d'une telle cloche après avoir enlevé le couvercle de tôle, puis, ayant battu la terre autour du bord inférieur de la cloche pour en assurer l'étanchéité, ils versent par l'embouchure supérieure la quantité de sulfure de carbone (1) nécessaire à la destruction des nids de Four-

(1) A cet égard M. Léon a procédé à de nombreux essais très instructifs. Voici ce qu'il écrit à ce sujet : « [illegible] dépasser la dose de 150 grammes, pour nos pièges de 0m³,042 de capacité. Le coffre (cloche) doit rester [illegible] » (Rapport sur le Fonctionn. de l'Assoc., 1925).

[illegible]



[illegible]

de l'utilisation de sulfure de carbone, substance [illegible]

une petite boîte cylindrique en aluminium, d'une [illegible]

les nids qui pourraient y avoir trouvé asile.

[illegible]



Fig. 3. — Caisse-piège utilisée pour la lutte contre la Fourmi d'Argentine.



Fig. 4. — Caisse-piège renversée pour montrer les nids de Fourmis en A, installés à l'intérieur.



Fig. 5. — Caisses-pièges en position dans une propriété envahie par la Fourmi d'Argentine.



Fig. 6. — Désinfection des caisses-pièges par le sulfure de carbone.

campagne contre la Fourmi d'Argentine quelques espérances. C'était un épais sirop de formule générale suivante (1) :

Acide arsénieux	10 grammes.
Humidité	20 —
Saccharose	[illegible]
Glucose	[illegible]
Non dosé	[illegible]
Total	100 grammes.

Assez attractif pendant un temps très court, ce sirop à forte concentration en acide arsénieux (10 p. 100) était absorbé par les ouvrières qui mouraient à peu de distance, puis la substance devenait répulsive et les Fourmis ne visitaient plus les récipients-appâts. Le seul résultat était donc d'empoisonner quelques ouvrières et d'éloigner ensuite les Fourmis d'un endroit déterminé, sans que soient, en définitive, obtenues, ni la destruction des fourmilières, ni même la diminution de l'invasion.

Il en fut de même, d'ailleurs, de la plupart des produits à formule connue ou à formule secrète qui furent soumis à nos expériences, certains d'entre eux étant entièrement sans effet sur les Fourmis.

Nous avons également essayé de détruire les sexués ailés au moment de l'essaimage, par l'emploi de pièges lumineux du genre de ceux qui servent à la lutte contre la Cochylis dans les vignobles. Après de nombreuses tentatives et de multiples observations, quelques mâles d'*Iridomyrmex* seuls furent trouvés dans les récipients à pétrole. Ce moyen fut donc abandonné.

Résultats de la lutte en 1924.

1° Foyer de Tamaris. — Les procédés employés à Cannes pour la destruction de la Fourmi d'Argentine n'ont pas été réalisés à Tamaris sous la même forme. La superficie du territoire contaminé ainsi que le nombre de propriétaires intéressés ne permettaient pas aussi aisément l'organisation d'une Association de défense : aussi la réalisation de la lutte fut-elle laissée à l'initiative personnelle qui reçut toutefois des directives générales sur les procédés à employer.

Le résultat ne fut pas heureux, chacun voulant expérimenter suivant sa conception. Quelques caisses-pièges, de dimensions réduites, furent placées, sans grand effet. Le sirop-appât ne fut pas uniformément préparé et distribué, agissant irrégulièrement. En 1923, répondant au désir de l'Office agricole départemental du Var, je visitai les foyers et pus ainsi donner les indications nécessaires à l'organisation de la lutte. Il est à souhaiter que celle-ci, qui ne nécessite pour une aire aussi réduite que de faibles efforts, conduise bientôt au résultat espéré.

1. Je dois cette analyse à l'obligeance de M. Geneu[illegible], directeur du Laboratoire [illegible] de Nice.

2° Foyer de Cannes. — A Cannes, au contraire, des résultats probants, conséquences de la lutte systématique et ininterrompue organisée, ont été enregistrés.

Les habitations qui, auparavant, étaient rendues inhabitables en été par l'invasion irrésistible de la Fourmi se trouvaient en 1924 à peu près indemnes de ces insectes. La reprise de la vie normale des habitants n'était plus un vain espoir. Des cultures maraîchères (haricots verts, melons, etc.) qui avaient dû être abandonnées par l'extrême pullulation des Pucerons dont le développement avait été favorisé et protégé par la Fourmi d'Argentine, pouvaient être reprises. Les parasites et prédateurs des Pucerons, écartés par l'*Iridomyrmex* pouvaient à nouveau se multiplier (en particulier Scymnides, Syrphides, Hémérobes). Les parasites des Cochenilles qui disparaissaient peu à peu, chassés par cette Fourmi, se développaient à nouveau en 1924. Le *Novius cardinalis* que les horticulteurs de Cannes ont justement surnommé le « Gendarme » pouvait agir à nouveau pour faire régresser les foyers d'*Icerya purchasi*, qui avaient marqué une recrudescence inquiétante. Les *Chilocorus*, les *Exochomus*, les *Aphelinus* faisaient leur réapparition et reprenaient leur rôle de régulateur dans la multiplication des néfastes cochenilles.

Enfin, la marche de l'invasion vers le Nord, stationnaire déjà en 1923, semblait s'être arrêtée en 1924, du moins en ce qui concerne les deux principaux foyers de l'ouest et de l'est de Cannes.

Le succès de cette lutte, dû, assurément, à l'énergie persévérante et à la ténacité déployées par l'Association de Défense contre les Fourmis, démontre une fois de plus que lors d'une invasion parasitaire, les mesures générales et obligatoires sont les seules efficaces si l'on veut arriver à réduire à des proportions négligeables l'importance du fléau. Il n'est pas exagéré de dire qu'à Cannes, on se trouvait en face d'un grand danger qui pouvait avoir une répercussion désastreuse sur l'avenir économique de la cité. Chacun l'a, peu à peu, compris et il faut féliciter les pionniers de la première heure d'avoir su maintenir autour d'eux la confiance nécessaire pour pénétrer chacun de ses obligations personnelles.

Pour qui a vu la Fourmi d'Argentine en 1921 et examine à l'heure actuelle les anciennes régions contaminées, on peut considérer que cette Fourmi a été vaincue à Cannes. Pourtant, elle y existe encore et elle manifestera à nouveau sa présence par des recrudescences sporadiques qu'il importera de surveiller très étroitement. De nouveaux foyers peuvent encore se développer dans un voisinage plus ou moins rapproché des anciens, mais on connaît la conduite à tenir en pareille éventualité. L'Association de Défense doit d'ailleurs poursuivre la mission qu'elle s'était donnée en exerçant la surveillance des territoires placés dans son ressort et doit à l'occasion, intervenir encore dans les destructions locales d'*Iridomyrmex* par les moyens qu'elle a su si bien réaliser jusqu'à maintenant.

INTRODUCTION À UNE ÉTUDE AGRONOMIQUE DES ROUILLES DES CÉRÉALES

PAR

V. DUCOMET,
Professeur de Botanique
à l'École nationale
d'Agriculture de Grignon.

et

ÉT. FOËX,
Directeur de la Station Centrale
de Phytopathologie
et de Parasitologie végétale.

GÉNÉRALITÉS SUR LES ROUILLES DES CÉRÉALES

HISTORIQUE.

On peut admettre que jusqu'aux mémorables travaux d'ERIKSSON n'étaient distinguées sur les Céréales que les trois espèces de Rouilles suivantes:

Puccinia graminis PERSOON avec écidies sur Épine-Vinette.

Puccinia Rubigo-Vera (D. C.) WINTER avec écidies sur Borraginées.

Puccinia coronata CORDA avec écidies sur Nerprun (*Rhamnus*).

Cependant, dès 1827, SCHMIDT avait décrit un *Uredo glumarum* qui n'était autre chose que la Rouille jaune ou Rouille striée, dont l'existence avait été constatée sur les glumes.

Un peu plus tard, NIELSEN avait remarqué que sous le nom de *P. Rubigo-Vera* on englobait deux séries de formes :

1° Une jaune orangé ;

2° Une brun chocolat.

PLOWRIGHT (1889) distingue lui aussi ces deux types de Rouille.

Mais les opinions exprimées par SCHMIDT, NIELSEN, PLOWRIGHT semblent avoir passé presque inaperçues.

Seule la démonstration fournie par ERIKSSON et HENNING dans *Die Getreideroste* (1896) s'exprime assez nettement et assez vigoureusement pour arriver à s'imposer. Rappelons que ces auteurs ont définitivement réalisé le démembrement du *Puccinia Rubigo-Vera* en deux espèces :

P. glumarum (SCHMIDT), ERIKSSON et HENNING. Pustules à urédospores jaune orangé disposées en lignes.

P. dispersa ERIKSSON et HENNING. Pustules à urédospores brunes, disséminées.

Ensuite Eriksson et Henning ont montré que *P. dispersa* comprend diverses formes caractérisées par leur spécialisation à une plante ou à un groupe de plantes nourricières déterminées. Ce sont :

P. dispersa (dans le sens étroit) sur *Secale cereale*, *S. montanum*, écidies sur espèces d'*Anchusa*.

P. triticina sur *T. compactum*, *T. dicoccum*, *T. spelta*. *T. vulgare*.

P. bromina sur espèces de *Bromus*.

P. agropyrina sur *Triticum repens*.

P. holcina sur *Holcus lanatus*, *H. mollis*.

P. Triseti sur *Trisetum flavescens*.

Eriksson et Henning distinguent nettement de *P. dispersa* une rouille de l'Orge, le *P. simplex* (Kornicke), Eriksson et Henning, dont le principal caractère réside dans la présence d'une forte proportion de téleutospores unicellulaires. Cette forme avait du reste été déjà distinguée dès l'année 1865 par Kornicke sous le nom de *P. straminis* var. *simplex*. Dix années plus tard, Nielssen la décrivit sous le nom de *Uromyces hordei* et en 1876 Rostrup dans le Von Thumen's *Herbarium mycologicum œconomicum* 451, la désigna sous le nom de *P. anomala*.

Nielssen et Plowright avaient déjà émis l'opinion que ce qu'on entend sous le nom de *P. coronata* Corda ne correspond pas en réalité à une espèce unique. Mais c'est grâce aux essais culturaux d'Eriksson et de Klebahn que nous parvenons à une classification précise de ces formes. Eriksson distingue deux espèces :

1° *P. coronata* Corda dont l'hôte écidien est le *Rhamnus frangula* et qui parasite de nombreuses graminées ;

2° *P. Lolii* Nielssen dont l'hôte écidien est le *Rhamnus cathartica* et qui attaque de nombreuses graminées.

Le tableau suivant donne une idée d'ensemble sur la classification d'Eriksson :

Eriksson distingue donc des espèces qui, morphologiquement identiques, ne diffèrent les unes des autres que par des caractères d'ordre biologique.

Le premier (1879), Schroter montra que certaines espèces morphologiquement définies sont un mélange de divers types biologiquement distincts.

Nommées par Klebahn (1892) *espèces biologiques*, ces dernières reçoivent parfois aussi le nom d'*espèces sœurs*, *espèces physiologiques*.

Pour Eriksson, dans le cadre des espèces, conçues sur des caractères purement morphologiques, viennent se placer des espèces ou formes biologiquement définies.

Lorsque deux de ces dernières ont des hôtes différents aux deux générations, on les désigne sous le nom d'*espèces biologiques* Les *formes spécialisées* possèdent le même hôte à l'une des générations.

ESPÈCES MORPHOLOGIQUEMENT DÉFINIES.	ESPÈCES BIOLOGIQUES.	CARACTÈRES.	FORMES SPÉCIALES.	HOTES.
P. graminis PERS.	*P. graminis* PERS.	Rouille noire de nombreuses graminées. Ecidies sur Épine-Vinette et Mahonia.	F. *Tritici.* F. *Avenæ.* F. *Secalis.*	Spéciale au Blé, mais peut aussi envahir Orge, Seigle, Avoine. Avoine et quelques graminées. Seigle, Orge et quelques graminées.
	P. Phlei-pratensis ERIKSS. et HENNING.	*Phleum pratense*, *Festuca elatior*, pas d'écidie sur Épine-Vinette.		
P. Rubigo-vera (D. C.) WENT.	*P. glumarum* (SCHM.) ERIKSS. et HENNING.	Rouille jaune. Pustules à urédos et à téleutospores en série longitudinale atteignant plusieurs centimètres. Fréquente sur les glumes, mais ne leur est pas spéciale.	F. *Tritici.* F. *Hordei.* F. *Secalis.*	Spéciale au Blé. Spéciale à l'Orge. Attaque le Seigle, mais est moins bien fixée que les précédentes.
	P. dispersa ERIKSS. et HENNING.	Rouille brune sur Seigle. Ecidies sur *Anchusa* (Buglosse).		
	P. triticina ERIKSSON.	Rouille brune du Blé. Ecidie inconnue.		
	P. simplex (KERN.) ERIKSS. et HENNING.	Rouille noire de l'Orge. Ecidie inconnue.		
	P. bromina ERIKSSON.	Rouille brune du Brome. Ecidie sur Pulmonaire et Consoude.		
	P. agropyrina ERIKSSON.	Spéciale à l'*Agropyrum repens*. Ecidie inconnue.		
	P. Triseti ERIKSSON.	Spéciale au *Trisetium flavescens*. Ecidie inconnue.		
P. coronata CORDA.	*P. Lolii* NIESSL.	Avoine et diverses graminées sauvages : Vulpins, Houques, Fétuque, élevée, Ray-grass anglais. Ecidie sur *Rhamnus cathartica*.	F. *Avenæ* et plusieurs autres formes spécialisées.	Avoine.
	P. coronata CORDA.	Diverses graminées : *Agrostis*, Houques, *Calamagrostis*. Ecidie sur *Rhamnus frangula*.		

Une espèce biologique groupe souvent plusieurs formes spécialisées.

La fixité de ces diverses espèces ou formes spécialisées n'est pas toujours absolue et elle serait plus ou moins grande suivant les cas.

D'autre part, ERIKSSON a constaté que la spécialisation était parfois accompagnée d'un début de différenciation morphologique.

Le degré de spécialisation est donc poussé plus ou moins loin suivant les formes considérées.

C'est ainsi que le *P. graminis tritici* est peu étroitement spécialisé. Il y a d'ailleurs, en réalité, comme l'écrivent FISCHER et KLEBAHN tous les termes de transition entre les formes spéciales (dont certaines ne possèdent qu'une spécialisation imparfaite) et les espèces les plus nettement (à la fois morphologiquement et biologiquement) caractérisées. Un tableau publié par KLEBAHN (1904) montre clairement presque tous ces degrés de différenciation (R. MAIRE).

La classification si rigoureusement établie par ERIKSSON s'applique-t-elle à d'autres pays que la Suède? Si on considère la classification créée par ERIKSSON, dans le cadre de *P. Rubigo-vera*, on constate que tandis que les *espèces biologiques* définies par le savant suédois se retrouvent dans une grande partie du monde, il n'en est pas de même des *formes spécialisées* établies par cet auteur.

C'est ainsi que celles de ces dernières décrites en Suède, ne correspondraient peut-être pas avec celles qui existeraient dans d'autres contrées : Allemagne septentrionale (KLEBAHN) ; Suisse (MÜLLER-TURGHAU) ; Russie (DE JACZEWSKI) ; États-Unis, Argentine, Indes, etc. MONTEMARTINI, qui a poursuivi des recherches en Italie, ne croit pas que ces formes spécialisées doivent être considérées comme fixes. D'après lui, elles seraient « adaptationnelles, locales, temporaires ».

Nous verrons, à propos de l'étude du *P. graminis*, qu'avec STAKMAN la question revêt un tout autre aspect et que la classification des Rouilles se complique étrangement.

Quelle est l'origine des formes spécialisées? MAGNUS (1894) croit à une spécialisation par adaptation progressive à certains hôtes ; ce phénomène n'aurait du reste été que très lent. KLEBAHN (1904) a observé un exemple de cette adaptation progressive. Il a constaté qu'au bout de onze années de cultures sur *Paris quadrifolia*, le *Puccinia smilacearum-digraphidis* s'était fortement adapté à cette plante et partiellement ou complètement désadapté vis-à-vis d'autres hôtes.

KLEBAHN vit donc un cas où, par la localisation topographique, l'Urédinée, qui ne rencontre dans une station qu'un de ses hôtes, s'adapte de plus en plus à ce dernier. Il fut ainsi amené à croire qu'il se produit ainsi une spécialisation progressive du parasite. Mais le savant allemand reconnaît lui-même que ce mécanisme, qui ne joue que dans des cas particuliers, ne saurait expliquer la genèse des nombreuses espèces biologiques ou formes spécialisées qui, dans

la nature, sont si souvent mélangées dans l'espace et dans le temps.

Marshall Ward croit être parvenu à mettre en évidence des phénomènes d'adaptation d'un ordre assez différent. Étudiant la Rouille brune des Brômes qu'il attribue à *P. dispersa* et qui, pour Eriksson, est déterminée par *P. bromina*, le savant anglais montre d'abord que cette urédinée possède plusieurs formes spécialisées à des groupes d'espèces correspondant sensiblement aux diverses tribus qui constituent ce genre de Graminées. Cependant, certaines de ces formes de *P. dispersa* attaquent occasionnellement des espèces qui appartiennent à une tribu voisine de celle à laquelle l'Urédinée est adaptée. Or, par culture répétée sur cet hôte occasionnel, le champignon arrive peu à peu à s'adapter progressivement, à parasiter la tribu à laquelle appartient ce dernier. C'est donc un nouveau domaine dans lequel pénètre l'Urédinée. L'hôte qui lui a permis de s'introduire dans le nouveau territoire reçoit le nom de *bridging species* (espèce qui fait le pont).

Les travaux de Marshall Ward ont suscité de nouvelles recherches aussi bien relativement au parasitisme des Urédinées qu'à celui d'autres champignons très spécialisés tels que les *Erysiphacées*. Il ne semble pas que la plupart des auteurs modernes soient très favorables à l'hypothèse des bridging species. Nous verrons notamment que la grande École américaine, dont Stakman est le chef, n'accepte pas cette théorie.

Au sujet de l'origine des formes spécialisées, nous ne pouvons donc émettre que des hypothèses.

René Maire résume fort bien celles qui sont formulées par Fischer pour lequel l'origine de la spécialisation s'explique suivant le cas :

1° Par l'extension à de nouveaux hôtes d'un parasitisme restreint, avec perte de la faculté de parasiter les hôtes primitifs, phénomène qui résulte soit de mutation du parasite, soit de son adaptation exclusive à un hôte, soit encore de changements dans la réceptivité des hôtes.

2° Par la réduction du cadre des hôtes d'un parasite pléophage, soit par adaptation progressive à un seul hôte isolé dans le temps et dans l'espace, soit par mutation du parasite, soit par mutation de l'hôte, par exemple par sa dissociation en petites espèces, dont chacune spécialise son parasite.

La mise en évidence de ces formes spécialisées et de leur degré de spécialisation est un travail sur les difficultés duquel Montemartini a attiré l'attention. N'a-t-il pas montré pour le *Puccinia rubigo-vera* D. C. f. *secalis* Eriksson qu'il peut passer à diverses céréales étudiées (Froment, Avoine, etc.) et que la susceptibilité de la plante à l'infection varie avec son âge, mais non d'une manière uniforme pour les diverses espèces de céréales, bien que, pour toutes, la période de plus grande susceptibilité ne coïncide pas avec le même état de développement ?

Vues d'Eriksson au sujet de la manière dont les Rouilles des Céréales se propagent et se maintiennent d'une année a l'autre.

Se basant sur la classification qu'il a établie, Eriksson fait remarquer que les formes de champignons qui causent les maladies des Rouilles des céréales les plus répandues (Froment, Seigle, Orge, Avoine) sont au moins au nombre de dix et chacune de ces formes est le plus souvent limitée à une seule céréale ; deux d'entre elles seulement peuvent attaquer aussi quelques graminées sauvages.

Par suite, la propagation de la maladie entre les diverses espèces de céréales et entre les graminées sauvages et cultivées est très restreinte.

La propagation des Rouilles est souvent peu considérable : 1° entre les graminées d'espèces différentes qui peuvent porter la même forme spéciale de Rouille ; 2° entre la plante à acidiospores et la plante à urédospores et téleutospores ; 3° entre les diverses sortes d'une même espèce de céréale ou entre les divers pieds d'une même espèce de Graminées sauvages.

Le pouvoir germinatif des urédospores et des écidiospores est souvent très faible ou au moins capricieux. La distance maxima à laquelle la propagation du *P. graminis* pourrait se produire n'excéderait pas 10 à 25 mètres.

D'une manière générale, la propagation des Rouilles dépend naturellement de la distance entre les plantes contaminées et les plantes saines. Or, la distance à laquelle peut s'effectuer la contamination n'est jamais considérable.

La faculté de germination des téleutospores de *P. graminis* dépend de certaines circonstances extérieures ; les téleutospores ne peuvent germer qu'au printemps qui suit leur formation.

Des différentes conclusions qui précèdent : multiplicité des formes de Rouille spéciales à telle ou telle espèce de graminées, propagation souvent peu considérable d'une plante à l'autre, germination difficile ou capricieuse des écidiospores et des urédospores, absence de contamination au delà d'une distance peu considérable, faculté germinative limitée chez les téleutospores. Eriksson estimait en 1898 qu'on pouvait déduire que l'opinion qui régnait alors relativement à l'origine et à la propagation de la Rouille des céréales et même des autres maladies parasitaires des plantes se trouvait ébranlée. Il rappelait qu'on admettait, en effet, alors, que c'est uniquement la dispersion de germes contagieux toujours nouveaux qui forme continuellement des centres également nouveaux de propagation de la maladie. Chacune des conclusions précédemment formulées par Eriksson constituerait par elle-même une objection partielle à cette manière de voir. Il ne suffisait pas cependant d'un ensemble de résultats négatifs pour détruire l'opinion alors répandue sur l'origine de l'envahissement des Rouilles par des spores venant de l'extérieur ; il était nécessaire de rechercher une autre cause positive déterminant la source

et la transmission de la maladie. L'attention d'Eriksson a d'abord été appelée sur deux ordres de faits d'observation très faciles à constater et auquel il attribuait une importance considérable.

1° La Rouille jaune apparaît régulièrement et en abondance sur certaines variétés de Froment et d'Orge, quatre ou cinq semaines après l'ensemencement ;

2° L'intensité de la Rouille jaune s'est souvent montrée plus considérable dans les parties ensoleillées d'un champ que dans les parties ombragées du même champ.

Ces deux observations vérifiées par de nombreuses expériences faites par Eriksson sur les diverses circonstances d'apparition de la maladie, lui firent supposer que le germe de cette dernière existe dans la plante elle-même.

Il s'agissait de démontrer expérimentalement si cette supposition était justifiée.

Des pousses d'une variété de Froment d'automne très disposée à la Rouille jaune, provenant de grains semés à l'arrière-saison furent renfermées au commencement du printemps, aussitôt après la fonte des neiges, dans des longs et larges tubes de verre bouchés aux deux extrémités avec du coton. Au bout de six à huit semaines, Eriksson vit apparaître des taches de Rouille jaune sur leurs feuilles.

Des pieds d'Orge d'une variété très disposée à la Rouille jaune provenant de grains semés en sol stérilisé isolés dès le début et pendant leur développement de toute contamination extérieure dans les caisses de cultures expérimentales, ont été dans plusieurs cas envahies par la Rouille au bout de six à huit semaines. Eriksson constate que, dans le voisinage immédiat des premières taches de Rouille jaune, les cellules à chlorophylle renferment des corpuscules spéciaux plasmatiques d'une forme oblongue, le plus souvent un peu recourbés, solitaires ou réunis dans chaque cellule.

Eriksson déduit des recherches précédentes les deux conclusions principales suivantes :

I. La Rouille des céréales peut avoir pour origine

1° Un germe interne de maladie, situé dans la céréale elle-même.

Chez certaines variétés de céréales, ce germe provient en effet de la plante mère, vit dans le grain et dans la plante elle-même, pendant assez longtemps, d'une vie latente mycoplasmatique ;

2° Une contamination extérieure provenant de pieds voisins malades.

II. L'intensité de la maladie dépend :

1° De l'énergie avec laquelle les conditions externes de milieu (conditions atmosphériques, sol, engrais, etc.) sont capables de faire passer le champignon de l'état latent mycoplasmatique à l'état mycélien visible ;

2° De l'intervention de nouvelles matières contagieuses provenant de l'extérieur.

En résumé, l'hypothèse formulée par Eriksson est que le protoplasme

du champignon existe dans le grain mélangé avec le protoplasme de l'hôte, de telle manière que les deux protoplasmes ne peuvent être distingués l'un de l'autre. Au fur et à mesure que la plante croît, les deux entités se développeraient parallèlement jusqu'à ce que, à un certain moment, le protoplasme du champignon se sépare de celui de l'hôte sous la forme de « Nucléole » et passe dans les espaces intercellulaires à travers des « pores invisibles ». A ce moment, ou plus tôt encore, il s'entoure d'une paroi cellulaire, forme un mycélium et commence son existence ordinaire en produisant des pseudopustules. Eriksson a attribué le nom de « corpuscules spéciaux » à un stade intermédiaire, où le protoplasme du champignon s'est entouré d'une paroi cellulaire, mais est encore renfermé à l'intérieur des cellules de son hôte.

Suivant Grove, cette théorie est difficilement acceptable parce qu'elle est mal définie. Il fait remarquer qu'Eriksson la modifie de temps en temps afin de tenir compte des objections. A l'appui de sa thèse, le savant suédois invoque des observations microscopiques auxquelles Grove reproche une certaine nébulosité, dont plusieurs desquelles seraient le résultat d'erreurs dans l'examen des préparations.

Ward et Klebahn considéreraient les corpuscules spéciaux d'Eriksson comme des suçoirs (*haustoria*) ordinaires qui seraient en relation avec des hyphes intercellulaires qui auraient échappé à l'attention d'Eriksson.

Marshall Ward (1905) fait observer qu'Eriksson a simplement renversé tous les stades de l'attaque qu'un champignon exerce sur une cellule et suppose que le dernier stade se trouve être le premier.

Zach (1910) étudiant les feuilles et les tiges de Seigle, infectées par *P. graminis* et *P. glumarum* trouve sur le bord extérieur des taches d'infection tous les stades décrits par Eriksson. Mais d'après Zach à tous les stades, les Hyphes fungiques sont présents. En fait, Eriksson lui-même a vu et représenté ces hyphes, mais il les nomme « cordons radiaux » de ses soi-disant *nucleoli*. D'après Zach, les *nucleoli* ne sont que des restes déformés de la cellule attaquée.

Grove estime qu'il est difficile d'admettre que le protoplasme d'un champignon aussi hautement évolué puisse vivre à l'état nu (sans être revêtu de parois cellulaires) ainsi qu'Eriksson le suppose.

J. Beauverie s'est rendu compte qu'il existe de nombreux cospuscules métachromatiques dans les cellules des hyphes ; les auteurs les ont pris pour des noyaux Il en existe aussi en assez grand nombre, de taille variable, dans les cellules de l'hôte au niveau des taches ; il n'y en a jamais, au contraire, dans les tissus normaux. Les noyaux du prétendu « mycoplasma » d'Eriksson ne sont que ces derniers corpuscules métachromatiques.

Les anciens « corpuscules spéciaux » sont bien des suçoirs au sens où l'entendent Marshall Ward et Klebahn (suçoirs exogènes) et non au sens que leur attribue Eriksson (suçoirs endogènes).

Le fait nouveau de la présence des corps métachromatiques dans les tissus parasités, en dehors des hyphes, doit peut-être faire envisager sous un jour nouveau le rôle de ces organites.

« Nous avons reconnu depuis, écrit M. J. BEAUVERIE, que les corpuscules épars dans les cellules infectées représentent des résidus de filaments dégénérés, si l'on en juge par ce fait que l'on peut trouver dans les cellules, ou dans les espaces intercellulaires, des traînées de corpuscules métachromatiques présentant encore la disposition de filaments mais de filaments ayant perdu leur membrane, c'est-à-dire dégénérés. Ce sont ces corpuscules qui se répandraient dans la cellule et y persisteraient quelque temps. Ceux qui sont intracellulaires correspondent aux suçoirs exogènes de M. WARD et KLEBAHN, ceux qui sont intercellulaires proviennent des filaments qui occupaient cette même situation. L'existence de ces traînées de corpuscules, qui représentent, suivant nous, les nucléoles du soi-disant « mycoplasma » d'ERIKSSON, répondent vraisemblablement au *protomycelium* de ce savant, c'est-à-dire au stade de transition entre la phase mycoplasma et le véritable mycelium, stade au cours duquel il ne s'est point encore constitué de membrane » (1).

Il est évident qu'un tel état de chose s'observe communément chez les champignons inférieurs, Chytridinées et groupes voisins. Dans le *Synchytrium endobioticum*, le protoplasme du champignon et celui de l'hôte peuvent être vus dans la même cellule avant que cette dernière ait été complètement dévorée par le parasite et à cet état elles peuvent même être distinguées grâce à leur apparence microscopique. Mais GROVE estime qu'avant d'accepter l'hypothèse d'ERIKSSON, on est en droit de lui demander d'apporter des preuves plus nombreuses relativement à ce qui concerne des champignons tels que les Urédinales.

ERIKSSON a du reste cru reconnaître que la théorie mycoplasmatique s'appliquait à d'autres cas. L'Oïdium brun du Groseillier : *Sphærotheca mors uvæ* (1908) ; le Mildew de la Pomme de terre : *Phytophora infestans* ; le Mildew des Épinards : *Peronospora Spinaciæ*.

DE JACZEWSKI (1910) a constaté que placées sous verre et protégées avec le soin nécessaire contre toute infection venant de l'extérieur, des semences qu'il avait prélevées sur de nombreuses plantes fortement rouillées, produisirent des végétaux dépourvus de Rouille. BOLLEY, LINHART, ZUKAL et KLEBAHN firent des expériences du même ordre.

Nous verrons à propos de *Puccinia graminis* que les conclusions formulées par W. HUNGERFORD ne paraissent pas favorables à l'hypothèse mycoplasmatique.

(1) ERIKSSON écrit encore, en septembre 1910, que l'existence de ce stade nucléolaire confirme d'une façon définitive sa théorie du mycoplasma (*Bot. Centralbl.*, Bd. XXX, p. 165-168).

PUCCINIA GRAMINIS Pers

Noms vulgaires : France : Rouille linéaire, Rouille noire, Rouille des chaumes, Rouille commune. — Grande-Bretagne, États-Unis : *Black rust* et *Stem rust*. — Allemagne: *Schwarzrost, Streifenrost, Halmrost*, et même communément *Getreiderost*.

Diagnose (d'après Sydow).

(*Monographia Uredinearum*, I. *Puccinia*, p. 692-703, Lipsiæ, 1904.)

Pycnides disposées en petits groupes, de couleur miel. Ecidies hypophylles, souvent fruticoles. Souvent épaissie à leur niveau, la feuille présente des macules arrondies de 2 à 3 millimètres de diamètre brun rougeâtre au centre et de couleur jaune sur les bords. Les écidies sont lâchement agrégées, cylindriques, blanchâtres, à bord incisé, subérigées; écidiospores globuleuses, anguleuses, lisses, subaurantiacées, 14 à 26 μ de diamètre. Les sores urédosporifères sont amphigènes, souvent même développés sur les gaines et les tiges. Ils sont épars ou disposés en série, allongés ou linéaires, 2 à 3 millimètres de longueur, souvent vaguement confluents et alors ayant jusqu'à plus de 1 centimètre de longueur, entourés d'un épiderme déchiré, pulvérulents, brun-jaunâtre. Les urédospores sont le plus souvent ellipsoïdes, ovales, oblongues, échinulées, brun fauve, jaunissant en se desséchant, 22 42 × 16 à 22, généralement pourvues de quatre pores équatoriaux de germination. Les sores téleutosporifères sont amphigènes ou souvent développées sur les gaines et les tiges, épars ou disposées en série, allongés ou linéaires, parfois confluents et souvent alors 1 centimètre de long. Le sommet de téleutospores est arrondi ou atténué en cône, elles ont une paroi fortement épaissie (6 à 10 μ). Les téleutospores sont le plus souvent resserrées au milieu, atténuées à la base, lisses, brun châtaigne, 35 60 × 12 à 22 ; pédicelle brunâtre, persistant, épaissi, ayant jusqu'à 60 μ de long ; paraphyses nulles.

Vit sur les feuilles et les fruits vivants de *Berberis ætnensis, amurensis, aristata, asiatica, brachypotrydis, buxifolia, canadensis, Carolina, heteropoda, ilicifolia, mitis, nepalensis, Neubertii, sibirica, sinensis, vulgaris ; Mahonia aquifolium, glauca*. Urédospores et téleutospores sur les feuilles, gaines et tiges d'un très grand nombre de graminées dont P. et H. Sydow donnent la liste, et sur toutes nos céréales

Le *Puccinia graminis* existe actuellement dans toutes les parties du monde. Toutefois il n'est vraisemblablement pas partout indigène.

Dès la fin du XVIIIe siècle, l'Anglais Marshall et au début du XIXe siècle, Joseph Banks, G. N. Windt, N. P. Scholer attirèrent l'attention sur la grande importance que présente l'Épine-Vinette relativement au développement du *Puccinia graminis* ; mais c'est à De Bary que fut réservé le mérite d'avoir démontré les relations génétiques entre *Æcidium Berberidis* et *P. graminis* et de les avoir établies scientifiquement.

Après De Bary, P. Nielssen, Ch. B. Plowright et dans ces derniers temps surtout, J. Eriksson et M. A. Carleton se sont occupés de la question de la Rouille des céréales. Les recherches et observations de ces auteurs confirmèrent les résultats obtenus par de Bary ; ils montrèrent que la Rouille noire qui se développe sur un grand nombre de graminées diverses est capable d'infecter l'Épine-Vinette et, de plus, ils prouvèrent que les formes qui croissent sur certaines plantes hôtes peuvent se spécialiser, si bien que, tandis qu'elles peuvent

être facilement inoculées au même végétal, au contraire, elles ne passent quelquefois que difficilement et exceptionnellement sur d'autres plantes nourricières.

Eriksson considère *P. graminis* comme une espèce collective composée de diverses formes qui ne peuvent être distinguées morphologiquement et qui sont biologiquement très voisines. Il admet l'existence des espèces biologiques suivantes :

1. F. sp. *Secalis* sur *Secale cereale ; Hordeum vulgare, H. comosum, H. jubatum, H. murinum ; Triticum repens, T. caninum, T. desertorum ; Elymus arenarius, E. sibiricus ; Bromus secalinus.*

2. F. sp. *Avenæ* sur *Avena sativa, A. elatior, A. sterilis, A. brevis ; Dactylis glomerata : Alopecurus pratensis ; Lolium effusum ; Lamarkia aurea ; Trisetum distichophyllum ; Kæleria setacea ; Bromus arvensis, B. brachystachys, B. madritensis ; Festuca Myurus, F. tenuiflora ; Vulpia bromoides ; Phalaris canariensis ; Phleum asperum ; Briza maxima.*
3. F. sp. *Airæ* sur *Aira caespitosa, A. bottnica.*
4. F. sp. *Agrostis* sur *Agrostis canina, A. vulgaris, A. stolonifera.*
5. F. sp. *Poæ* sur *Poa compressa, P. caesia, P. pratensis.*
6. F. sp. *Tritici* sur *Triticum vulgare* plus rarement sur *Hordeum vulgare ; Secale cereale ; Avena sativa.*

A la suite d'études effectuées dans le Gouvernement de Smolensk (Russie), de Jaczewski reconnaît l'existence des formes suivantes :

1. F. *Secalis* sur *Secale cereale* passe sur *Triticum repens, Tr. caninum ; Dactylis glomerata ;* attaque à un faible degré *Bromus secalinus* et *Br. inermis.*
2. F. *Avenæ* sur *Avena sativa*, passe sur *Arrhenatherum elatior ; Avena pubescens ; Alopecurus pratensis ; Festuca ovina.*
3. F. *Tritici* sur *Triticum vulgare*, passe sur *Hordeum vulgare ; Triticum repens, Tr. caninum ; Lolium perenne ; Festuca gigantea.*
4. F. *Airæ* sur *Aira caespitosa.*
5. F. *Agrostis* sur *Agrostis alba*, passe sur *Secale cereale ; Avena sativa ; Triticum vulgare ; Hordeum vulgare ; Triticum repens ; Dactylis glomerata ; Bromus secalinus, B. inermis ; Aira caespitosa ; Apera Spica-venti.*
6. F. *Poæ* sur *Poa compressa*, passe sur *Poa pratensis* et *Poa serotina*
7. F. *Calamagrostis* sur *Calamagrostis epigeios.*
8. F. *Aperæ* sur *Apera Spica-venti.*
9. F. *Arrhenatheri* sur *Arrhenaterum elatior*, passe sur *Avena sativa.*

En Amérique du Nord, Carleton expérimenta dans une large mesure avec les mêmes formes que celles qu'employa Eriksson, mais il obtint des résultats tout à fait différents. Suivant lui (1899), il n'y a que deux races biologiques :

1. F. *Tritici* sur Blé, Orge, *Hordeum murinum ; Kæleria cristata ; Festuca gigantea ; Dactylis glomerata ; Agrostis alba.*
2. F. *Avenæ* sur Avoine, *Avena pratensis, A. fatua ; Hordeum murinum ; Dactylis glomerata ; Kœleria cristata ; Arrhenatherum elatior ; Holcus mollis ; Ammophila arenaria ; Alopecurus pratensis.*

Dans une publication ultérieure (1904), il ajoute que *Holcus lanatus* doit être probablement compris dans la forme 1 et qu'il y a une forme de *P. graminis* sur *Agrostis alba vulgaris*, qui ne peut pas être transmise au Blé ou à l'Avoine.

Freeman et Johnson (1911) réalisèrent pendant deux ans la culture de *P. graminis* grâce à l'emploi des seules urédospores sans que cette Urédinée parût manifester aucune perte de vigueur. Ils constatèrent que les urédospores de la f. *Tritici* infecteraient l'Orge aisément, rarement le Seigle et jamais l'Avoine. Mais ils se rendirent compte qu'en employant l'Orge comme *bridging species* il était possible, avec les urédospores produites sur cette céréale, d'infecter le Seigle aisément et l'Avoine à un moindre degré. Les urédospores de la f. *Hordei* infecteraient le Blé et l'Orge facilement et moins aisément l'Avoine et le Seigle. Les urédospores de la f. *Secalis* contamineraient l'Orge et en employant cette céréale comme *bridging species* infecteraient l'Avoine en second lieu, mais à un moindre degré cependant. La forme la plus spécialisée serait celle de la f. *Avenæ* ; en dehors de l'Avoine, ses urédospores n'infecteraient que l'Orge et encore pas à coup sûr.

Comparant les résultats obtenus par Eriksson à ceux qui ont été fournis par Carleton, P. et H. Sydow conclurent que les formes de *P. graminis* ne sont pas étroitement fixées. Ces auteurs rappellent que Carleton a trouvé que *Dactylis glomerata*, *Hordeum murinum* et *Kœleria cristata* peuvent être infectés aussi bien par la f. sp. *Tritici* que par la f. sp. *Avenæ* et, aussi, que d'après Eriksson, la vraie f. sp. *Tritici* passe occasionnellement sur *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Avena fatua*. La forme spécifique *Agrostis* serait, d'après Eriksson, étroitement spécialisée, et cependant Carleton a obtenu un résultat positif sur *Agrostis scabra* grâce à l'emploi de la f. sp. *Avenæ*.

Comparant les résultats obtenus par Eriksson à ceux qui ont été acquis par les travaux des Américains (Carleton, Freeman et Jonhson, etc.), Grove estime que, ou bien la spécialisation est moins étroite que le savant suédois ne l'avait supposé, ou bien qu'elle s'est produite suivant deux directions différentes aux États-Unis et en Europe. Peut-être l'une et l'autre de ces hypothèses sont-elles exactes.

A l'appui de l'hypothèse d'une faible spécialisation, Grove invoque le fait qu'Eriksson a pu infecter l'Épine-Vinette avec des téleutospores récoltées sur de nombreuses graminées (*Secale cereale*, *Avenæ sativa*, *A. elatior ; — Triticum vulgare*, *T. repens*, *T. caninum*, *T. murinum ; — Hordeum vulgare ; — Panicum miliaceum ; — Dactylis glomerata ; — Agrostis stolonifera ; — Elymus glaucifolius*, *E. arenarius ; — Poa compressa*, *P. pratensis ; — Phleum Michelii ; — Bromus secalinus* et encore d'autres graminées).

D'après P. et H. Sydow, les résultats de ces infections tendraient donc à prouver que ces diverses formes ne représentent qu'une seule et même espèce, car elles déterminent toutes la production de l'*Æcidium Berberidis*.

L'infection de nombreuses graminées par des écidiospores provenant d'une seule haie d'Épine-Vinette, expérience réalisée par GROVE, est encore un argument invoqué par cet auteur en faveur de l'hypothèse d'une faible différenciation raciale.

Le manque de concordance existant entre les résultats obtenus par les divers investigateurs a préoccupé STAKMAN. Si, par exemple, on considère la manière dont *Dactylis glomerata* est attaqué par diverses formes de *P. graminis*, on constate les faits suivants :

MANIÈRE DE SE COMPORTER DE *Dactylis glomerata* VIS-A-VIS DES DIVERSES FORMES DE *P. graminis*.

CONTRÉE.	*P. graminis Avenae.*	*P. graminis Secalis.*	*P. graminis Tritici.*
Russie (DE JACZEWSKI).	Doué d'immunité.	Infecté.	
Suède (ERIKSSON).	Susceptible.		
Amérique (CARLETON).	Susceptible.		Infecté.

D'autre part, les résultats obtenus par CARLETON dans l'aire méridionale nord-américaine de culture du Blé (vallée du Mississipi) ne concordent pas tout à fait avec ceux qui ont été acquis par PRITCHARD dans le Dakota du Nord.

En présence de ces contradictions, STAKMAN a résolu d'entreprendre des recherches de grande envergure, seules susceptibles de résoudre la question de la spécialisation du parasitisme chez *P. graminis*.

Un travail préliminaire fut effectué dans une faible partie de l'espace compris entre les montagnes du Nord-Ouest, spécialement dans les États de Washington et d'Idaho. Ensuite, l'étude porta sur un territoire surtout confiné dans la haute vallée du Mississipi, spécialement dans le Minnesota, le Dakota du Nord, le Dakota du Sud, l'Iowa septentrional, le Nebraska, le Wyoming du Nord-Est, le Montana et une partie de la Rivière rouge du Manitoba au Canada. STAKMAN désirerait pouvoir étendre ce travail à toute la région à céréales des États-Unis (1).

(1) Voici comment opèrent Stakman et ses collaborateurs :

Les graminées rouillées sont récoltées dans le champ, placées sous des enveloppes distinctes et immédiatement expédiées à la station expérimentale du Minnesota, où toutes les inoculations sont faites. On s'attache avec grand soin à éviter tout mélange de spores sur diverses graminées. La personne qui fait des récoltes doit prendre soin de se laver les mains après avoir manipulé une espèce déterminée de graminée. Ou bien lorsque, faute d'eau, ce nettoyage est impossible, la graminée est saisie avec l'enveloppe, qui est destinée à loger la récolte. Par ce moyen on évite de contaminer les mains avec les spores.

Nous ne pouvons du reste indiquer à cette place la technique des inoculations.

Les céréales qui sont soumises aux essais d'inoculations sont les suivante :

Avoine : Improved Ligowo, Minnesota n° 281. — Orge : Mandchuria, Minnesota n° 105. — Blé : Blue stem, Minnesota n° 169. — Seigle : Swedish, Minnesota n° 2.

E. C. STAKMAN et F. J. PIEMEISEL mirent ainsi en évidence les formes biologiques suivantes de *P. graminis* :

P. graminis tritici ERIKSS. et HENNIG. ; *P. graminis tritici compacti*, forme nouvelle ; *P. graminis secalis* ERIKSS. et HENNIG. ; *P. graminis avenae* ERIKSS. et HENNIG ; *P. graminis phlei-pratensis* (combinaison nouvelle correspondant dans une certaine mesure à *P. phlei pratensis* ERIKSS. et HENNIG.) ; *P. graminis agrostis* ERIKSS. ; *P. graminis Poæ* ERIKSS. et HENNIG.

P. graminis tritici compacti est une forme récemment décrite par les auteurs comme différant des autres formes biologiques par son action sur la plupart des sortes de Blé commun (*Triticum vulgare*).

Nous ne pouvons, faute de place, faire connaître les conclusions auxquelles E. C. STAKMAN est arrivé relativement aux diverses formes biologiques d'ERIKSSON. Nous nous bornerons à décrire ce qui a trait au *P. tritici compacti*.

P. Graminis tritici-compacti.

Hôtes sur lesquels la Rouille a été trouvée dans la nature : *Agropyrum Smithii* RYDB. ; — *Elymus canadensis* L., *E. condensatus* PRESL., *E. glaucus* BUCKLEY, *E. macounii* VASEY ; — *Hordeum jubatum* L. ; — *Triticum compactum* HOST. Hôtes facilement infectés par une inoculation artificielle : *Agropyrum cristatum* J. GAERT., *A. elongatum* HOST., *A. tenerum* VASEY ; — *Bromus tectorum* L. ; — *Hordeum vulgare* L. ; — *Triticum durum* DESF. (quelques variétés), *T. monococcum* L., *T. vulgare* VILL. (quelques variétés). Hôtes faiblement attaqués après avoir subi une inoculation artificielle : *Agropyrum desertorum* SCHLUT., *A. intermedium* BEAUV., *A. repens* L. BEAUV. ; — *Secale cereale* L. ; — *Triticum dicoccum* SCHR., *T. durum* DESF. (quelques variétés), *T. vulgare* VILL. (la plupart des variétés expérimentées). Hôtes artificiellement inoculés mais non infectés : *Agrostis alba* L., *A. stolonifera* VASEY ; — *Alopecurus geniculatus* L., *A. pratensis* L. ; — *Anthoxanthum odoratum* L. ; — *Avena sativa* L. ; — *Holcus lanatus* L. ; — *Kœleria cristata* (L.) PERS ; — *Phleum pratense* L. ; — *Poa compressa* L.

Il est tout à fait évident que cette Rouille est semblable à bien des points de vue à *P. graminis tritici*. Cependant la manière de se comporter vis-à-vis de la plupart des variétés de *Triticum vulgare*, qui ont été inoculées, est si différente de ce qui se passe dans le cas de *P. graminis tritici* qu'elle peut difficilement être englobée dans cette dernière. Tous les Blés durs de printemps, y compris Minnesota 169, Minnesota 163, Marquis et Preston sont très résistants à *P. graminis tritici compacti* et montrent un haut degré d'hypersensibilité, tandis qu'ils sont très sensibles à *P. graminis tritici*.

La même chose est vraie dans des Blés durs d'hiver qui ont été inoculés. Les Blés tendres sont cependant plus susceptibles. C'est à cause de son action très particulière sur les Blés durs du groupe *vulgare* qu'il parait désirable

d'appliquer à cette Urédinée un nom distinct afin d'éviter une confusion. La morphologie des urédospores est aussi un peu différente de celle d'aucune des autres formes.

P. tritici compacti a été trouvé dans la contrée de Palouse, où cette Urédinée paraît très commune sur les graminées spontanées et sur les Blés de l'espèce *Triticum compactum*. Dans la région de Palouse, on ne trouvait que la forme *P. tritici compacti* et non celle *P. tritici*.

Le degré de stabilité ou de fixité de cette Rouille n'a pas encore été étudié. Il se peut que ce soit une race aisément variable de *P. graminitritici*. Cependant, tous les efforts effectués par les auteurs pour obtenir une modification des tendances parasitaires du champignon, soit en le maintenant pendant une série de générations sur un hôte qui lui convient peu ou soit par l'emploi de *bidging species* possibles ont complètement échoué.

E. C. Stakman et ses collaborateurs se sont efforcés de se rendre compte si les formes biologiques de *P. graminis* sont douées d'une certaine plasticité. Leurs conclusions sont les suivantes :

La morphologie des formes biologiques n'est que légèrement et seulement temporairement modifiée en réponse à des facteurs biologiques et physiques. Des plantes hôtes résistantes et des conditions culturales défavorables, qui affectent le développement normal et la vigueur du champignon de la Rouille, peuvent aussi agir sur la dimension des urédospores. Mais aussitôt que les facteurs défavorables ont cessé d'agir, le champignon reprend ses fonctions normales et sa structure originale.

Aucun hôte approprié à une forme biologique déterminée ne peut, dans des conditions culturales favorables exercer une influence perceptible sur la morphologie des spores de la Rouille.

P. graminis avenæ offre une exception à cette loi, en ce qui concerne la forme et la dimension des urédospores.

Des conditions adverses de milieu telles que celles qui sont réalisées chez des variétés hôtes résistantes, affectent la virulence et la dimension des spores du champignon de la Rouille. Une chaleur excessive entrave plus la croissance de l'Urédinée et affecte plus sérieusement la dimension des urédospores que ne le fait une très basse température. Une forte humidité durant la période d'incubation paraît être une condition indispensable ; intervenant plus tard, le degré d'humidité est sans doute d'une moindre importance. Un déficit d'humidité du sol et de lumière, et d'autres facteurs écologiques affectant défavorablement la plante hôte, paraissent être également défavorables au parasite de la Rouille.

L'Épine-Vinette n'accroît pas le nombre d'hôtes des formes biologiques ; elle n'agit pas non plus en augmentant la vigueur de la Rouille. La spécialisa-

tion biologique dans le stade écidien est apparemment le même que dans le stade urédinien.

Si une plante C ne peut pas être attaquée par la Rouille prélevée sur une plante hôte taxonomiquement éloignée A, elle ne peut pas être envahie après que l'Urédinée aura été cultivée sur une forme B taxonomiquement intermédiaire entre A et C. En d'autres termes, aucun *bridging species* ou aucune combinaison de tels hôtes ne permet à aucune des formes biologiques essayées par Stakman d'infecter des plantes naturellement douées d'immunité ou d'infecter plus facilement une plante hautement résistante.

De nombreux essais furent faits pour accroître la virulence des formes biologiques, vis-à-vis d'hôtes résistants, par des transports successifs sur ces derniers. Les résultats obtenus indiquèrent que les formes de Rouille ne s'adaptent pas graduellement à des hôtes résistants ou qui leur conviennent relativement peu.

Les formes biologiques semblent être assez analogues à des lignées pures. Des fluctuations en plus ou moins grand nombre peuvent se produire, mais il y a toujours une tendance vers le retour à la normale.

La résistance à la rouille est comparable à d'autres caractères permanents ; elle n'est pas gouvernée par les conditions saisonnières, par le type de sol, par la situation géographique, ou encore par d'autres conditions culturales. Il s'agit plutôt d'un caractère héréditaire qui ne résulte pas de l'accumulation de variations fluctuantes à l'intérieur d'une lignée susceptible, et qui ne se disloque pas sous l'action de changements dans l'hôte ou le parasite.

Les formes biologiques peuvent résulter de mutations ou bien d'un processus graduel d'évolution.

Telles sont les conclusions de Stakman.

Études effectuées en Amérique relativement à la spécialisation du Parasitisme chez *Puccinia graminis tritici*

P. graminis tritici comprendrait plusieurs formes spécialisées.

Primitivement on supposerait que *P. graminis tritici* était la seule forme capable d'attaquer les variétés de Blé. On considérait qu'aucune des sortes de Blé commun (*T. œstivum*) n'était résistante à cette forme, alors que plusieurs variétés de *T. durum*, *T. dicoccum* et *T. monococcum* étaient résistantes ou presque douées d'immunité. La première démonstration de l'existence sur le Blé de plusieurs formes de Rouille de chaume fut fournie en 1916 lorsque *P. tritici compacti* fut décrit.

En 1918, Melchers et Parker découvrirent que Kanred, Kansas P. 762 (C. I., 5146), Kansas P. 1066 (C. I. 2879) et Kansas P. 1068 (C. I. 1880), trois Blés de sélections du groupe de Crimée faites à la Station expérimentale du Kansas, étaient presque douées d'une véritable immunité vis-à-vis de *P. gra-*

minis tritici. Ces sélections se montrèrent aussi modérément résistantes vis-à-vis de *P. graminis tritici-compacti*. Par conséquent, ces sortes de Blés semblent devoir être résistantes à la Rouille des chaumes en général. Plus tard, MELCHERS et PARKER trouvèrent une forme qui infecte normalement Kanred et les deux autres sélections. STAKMAN, LEVINE, LEACH découvrirent une forme qui se développe normalement sur Kanred P. 1066 et 1068. Ainsi, à certains points de vue, cette forme de Rouille se comporterait différemment des deux autres.

L'étude effectuée avec *P. graminis tritici compacti* et les deux autres nouvelles formes indiquait que la spécialisation biologique ne pouvait être déterminée qu'en essayant le parasitisme de l'Urédinée vis-à-vis de nombreuses espèces et variétés du genre *Triticum*.

Le travail fut ainsi poursuivi et en octobre 1918 on avait déjà isolé une douzaine de formes.

Environ vingt-cinq variétés et races de *Triticum œstivum*, *T. durum*, *T. compactum*, *T. dicoccum* et *T. monococcum* ont été employées comme hôtes servant à assurer la différenciation. A l'exception de Khapli (C. I. 4103), une sorte de *T. dicoccum* importée des Indes, aucune des variétés essayées jusqu'en 1918 ne s'est montrée résistante vis-à-vis de toutes les Rouilles. Certaines de ces dernières se révèlent très virulentes vis-à-vis d'un très grand nombre de variétés, d'autres sont faibles et n'attaquent avec succès qu'un petit nombre de sortes. Certaines des formes de Rouille ne diffèrent l'une de l'autre que dans leur action sur une ou deux variétés ; mais ces différences sont bien définies et durables.

Des différences d'ordre physiologique, autres que celles qui se dégagent de l'étude de leur action parasitaire existent entre certaines de ces formes.

C'est ainsi que C. R. HURSH a révélé que deux formes biologiques de *P. graminis* sur Blé, lesquelles diffèrent relativement à leur action parasitaire, montrent également une grande différence au point de vue de l'action que la température et la concentration en ion hydrogène ont sur leur germination. La forme la plus étroitement limitée au point de vue parasitaire est celle qui tolère les moindres écarts de concentration en ion hydrogène et de température.

C. R. HURSH conclut que la différenciation des formes biologiques ne dépend pas entièrement de la manière dont elles parasitent certaines plantes. Du moins certaines formes biologiques possèdent apparemment des caractéristiques physiologiques individuelles que démontrent des études physiques et chimiques et ces caractéristiques peuvent, à elles seules, suffire pour en faire des entités taxonomiquement définies.

STAKMAN plaide en faveur de l'emploi des caractères physiologiques en taxonomie. Il rappelle que la répartition des bactéries en diverses espèces repose sur leurs réactions physiologiques et qu'on utilise, de plus en plus, des caractères physiologiques en systématique des champignons. Les formes

biologiques ont longtemps été laissées de côté par les systématiciens parce qu'ils les considèrent comme instables. En réalité, elles ne le sont pas.

La prétendue plasticité des formes biologiques de *P. graminis* a été étudiée avec soin. Pendant dix ans Stakman et plusieurs de ses collaborateurs ont essayé par tous les moyens convenables de modifier les capacités parasitaires héréditaires de *P. graminis Tritici*, et *P. graminis Secalis*. Un travail considérable a également été fait avec *P. graminis Phlei-pratensis*, *P. graminis Avenæ*, *P. graminis Agrostis* et *P. graminis Tritici-compacti*. Il leur a été impossible de provoquer des modifications héréditaires, ou d'apporter aucun changement fondamental bien que la croissance de ces champignons, de même que celle de toute autre plante soit influencée par les conditions de milieu. Ces formes biologiques se montrèrent aussi constantes génétiquement que l'ont été les espèces de graminées sauvages et céréales sur lesquelles elles étaient cultivées. La dépendance vis-à-vis de la spécificité germinale ne paraît pas moindre dans le cas de l'hérédité des caractères physiologiques chez les formes biologiques qu'en ce qui concerne l'hérédité des caractères structuraux dans les espèces morphologiques.

Si l'expérimentateur a l'impression que l'Urédinée subit des variations, c'est qu'en réalité il se trouve en présence d'un mélange de races existant dans un seul et même milieu.

Les facteurs régissant la distribution géographique de ces formes ne sont pas du tout clairs. Le matériel a été récolté dans 27 Etats. Deux formes distinctes ont souvent été isolées du même lot de matériel et quatre au moins ont été trouvées dans le Minnesota.

Stakman estime que le fait qu'il existe de si nombreuses formes biologiques de Rouille noire sur le Blé semble avoir une signification profonde, du moins à deux points de vue. C'est une raison de plus pour détruire les espèces d'Épine-Vinette qui sont sujettes à la Rouille (*Berberis* spec.) et c'est de la plus grande importance dans le travail de sélection des Blés en vue de la résistance de la Rouille. Le fait que dans le Sud et sur la côte du Pacifique, où l'Épine-Vinette ne rouille pas communément, les formes de Rouille semblent être plus uniformes que dans d'autres régions, donne certainement quelque vraisemblance à l'opinion que l'Épine-Vinette peut avoir quelque effet sur le développement de ces formes. L'hypothèse que ces dernières ont pu prendre naissance par hybridation sur l'Épine-Vinette mérite des recherches. L'origine de ces nombreuses formes pourrait aussi s'expliquer par mutation et adaptation.

Le fait que la même variété de Blé peut être douée d'immunité dans une localité et être susceptible dans une autre s'explique. Autrefois on avait recours à la théorie que les conditions de milieu modifiaient le processus physiologique des variétés de Blé d'une manière si fondamentale que la résistance de la plante pouvait s'effondrer. En réalité, la véritable explication du phénomène est qu'il y a de nombreuses formes du champignon de la Rouille.

Les méthodes employées dans la sélection orientée vers la résistance à la Rouille doivent être entièrement transformées. Mais un tel travail mérite-t-il d'être effectué tant qu'on ne sait rien de plus sur la spécialisation de la Rouille. C'est du moins la question que Stakman et Piemeisel se sont d'abord posée. De ce que l'on sait actuellement, on doit, semble-t-il, conclure que le sélectionneur doit travailler avec les formes de Rouille qui existent dans la région à laquelle la nouvelle variété est destinée. Somme toute, la sélection doit être considérée dans une large mesure comme un problème régional ou même local. Par exemple, dans les parcelles de sélection du *Minnesota Agricultural Experiment Station*, certaines variétés sont pratiquement douées d'immunité vis-à-vis de *P. graminis*; mais à 50 milles de là se trouvent des formes de cette Urédinée qui peuvent attaquer gravement les variétés en question.

Il n'est en tout cas pas douteux que l'ignorance dans laquelle on se trouve sur la distribution des formes de *P. graminis Tritici*, lesquelles sont sans aucun doute en nombre assez considérable, Stakman en a déjà isolé 37, complique singulièrement le travail du génétiste qui s'applique à obtenir des variétés de Blé résistantes aux Rouilles.

Nous avons vu que la méthode employée par E. C. Stakman et ses collaborateurs pour étudier la spécialisation biologique de *P. graminis tritici* consiste à réaliser des infections sur une série de Blés. Voici la liste de ceux qui sont actuellement employés :

NOM DES ESPÈCES.	ABRÉVIATIONS.	NOMS DES VARIÉTÉS.
Triticum compactum	L. C.	Little Club C. I. 4066.
Triticum vulgare	Ma.	Marquis C. I. 3641, Minnesota 1239.
	I. R. D.	Kanred C. I. 5146 (Kans. 2401).
	K. C.	Kota C. I. 5878 (M. Dak. 14003).
Triticum durum	Arn.	Arnautka C. I. 4072 (S. Dak. 150).
	Mnd.	Mindum C. I. 5296 (Minn. 470).
	Sp. M.	Speltz Marz, C. I. 6236 (Minn. 357).
	Kub.	Kubanka, C. I. 2024.
	Ac.	Acme C. I. 5284 (S. Dak. 284).
Triticum monococcum	Eink.	Eikhorn, C. I. 2433.
Triticum dicoccum	Em.	Emmer C. I. 3686 (Minn. 1165).
	Kpl.	Khapli C. I. 4013.

Afin de se placer dans des conditions aussi comparables que possible, Stakman a fixé, jusque dans les moindres détails, la succession des opérations qu'il convient d'effectuer Nous indiquons à titre de renseignements ses instructions relatives aux inoculations en serre.

1. Se désinfecter les mains avec soin :

a. En se les lavant au savon et à l'eau ;

b. En se les séchant avec du papier hygiénique

2. Préparer les plantes à inoculer conformément à l'ordre d'inoculation.

a. Huit à dix plantes par pot uniformément réparties.

3. Remplir d'eau fraîche un bocal et stériliser à la flamme d'une lampe à alcool l'aiguille à inoculation.

4. Humecter d'eau la plante en la frottant avec soin, mais fermement cependant, entre les doigts mouillés.

5. Prélever avec soin avec une aiguille d'inoculation humectée d'eau une faible quantité de matériel de Rouille (inoculum) provenant de plantes infectées ainsi qu'il est indiqué dans l'ordre d'inoculation.

6. Répandre l'inoculum d'une manière très uniforme sur la face inférieure (externe) des feuilles, jusqu'à environ 1 inch (2 cm. 5) du sommet de la feuille.

7. Veiller à copier correctement la légende sur l'etiquette en bois, portant les données suivantes :

a. Numéro d'entrée ;
b. Plante hôte originale ;
c. Place dans la serre ;
d. Lieu d'origine ;
e. Histoire précédente ;
f. Date d'inoculation ;
g. Initiales de celui qui a inoculé.

8. Vérifier les plantes inoculées sur *l'inoculated Order*, dater et signer

9. Laver avec soin la cloche et le vase servant à l'inoculation, placer au fond de ce dernier un inch et demi (3 cm 75) d'eau prise au robinet.

10. Placer la plante à inoculer dans la chambre à inoculation.

11. Marquer sur l'étiquette attachée à la chambre, la date à laquelle les plantes devront être extraites de cette dernière.

12. Quarante-huit heures après l'inoculation, extraire les plantes de la chambre et les disposer à la place qu'elles doivent occuper sur la banquette de la serre.

Les plantes sont placées sous des cases à monture en bois, revêtue d'une étamine à maille assez fine pour assurer une protection que E. C. Stakman juge suffisante.

Une échelle de résistance a été établie. Elle comprend :

Types d'infection.

0. *Immune* (doué d'immunité). — Aucun sore à urédospore ne s'est développé ; des taches d'hypersensibilité sont quelquefois présentes.

1. *Très résistants.* — Sores à urédospores petits et isolés ; entourés par des aires d'hypersensibilité nécrotique nettes, continues.

2. *Modérément résistants.* — Sores à urédospores isolés, de dimension petite ou moyenne ; aires d'hypersensibilité existant sous forme de halos ou cercles nécrotiques ; pustules souvent situées dans des îlots verts, mais légèrement chlorotiques.

3. *Modérément susceptibles.* — Sores à urédospores de dimension moyenne ; à coalescence peu fréquente ; développement de la Rouille quelque peu au-dessous de la moyenne ; véritable hypersensibilité absente ; des aires chlorotiques parfois présentes.

4. *Très susceptibles.* — Sores à urédospores larges, nombreux ; confluents, véritable hypersensibilité entièrement absente, mais les aires chlorotiques peuvent être présentes.

5. *Hétérozygotes.* — Sores à urédospores très variables, comprenant souvent tous les types et degrés d'infection sur la même feuille ; aucune séparation mécanique possible ; par réinoculation de petites urédospores peuvent en produire de plus grandes et *vice-versa*.

Degré d'infection.

(— —) *Trace.* — Sores à urédospores en très petit nombre et couvrant une surface limitée ; développement de la Rouille généralement pauvre et décidément au-dessous de la normale

(—) *Léger.* — Développement de la Rouille au-dessous de la normale, mais correspondant à plus que des traces.

(±) *Modéré.* — Variation dans le développement de la Rouille, depuis léger jusqu'à considérable ; lorsque le développement est normal, le symbole est omis.

(+) *Considérable.* — Infection supérieure à la normale ; sores à urédospores assez nombreux et épars.

(++) *Abondant.* — Luxuriant développement de la Rouille ; très nombreux sores à urédospores, couvrant de grandes surfaces sur l'hôte qui est affecté.

SYMBOLES DIVERS.

(;) Tache d'hypersensibilité.
.) Lésions nécrotiques.
(?) Résultats incertains.

Nous regrettons que la place, dont nous disposons, ne nous permette pas de donner un résumé des études effectuées en Amérique relativement à la spécialisation du *P. graminis avenæ.*

Morphologie et Biologie du parasite

Il convient d'attirer l'attention sur les différences morphologiques qui existent entre urédospores et téleutospores de *P. graminis* d'une part et celles des autres Rouilles qui résultent du démembrement de *P. Rubigo vera* (*P. glumarum*, *P. dispersa*, *P. triticina*, *P. simplex*).

Alors que les urédospores de ces dernières espèces sont arrondies, celles de *P. graminis* sont nettement ovales.

Les téleutospores de *P. graminis* sont portées par un pédicelle assez long, sont nettement étranglées au niveau de la cloison séparatrice de leur loge et ont un sommet, qui, pointu ou arrondi, n'est qu'exceptionnellement aplati.

Ces caractères sont tout différents de ceux qu'offrent les téleutospores du groupe *Rubigo vera*, dont le pédicelle est très court, et dont le sommet est aplati sans doute sous la pression de l'épiderme qui se maintient longtemps sur les spores dans ce cas-là, alors qu'il est rapidement rompu sous la poussée des sores de *P. graminis.*

Enfin l'absence complète des paraphyses est un précieux caractère différentiel vis-à-vis des Rouilles du groupe *P. Rubigo vera.*

Sitôt constituées, les urédospores acquièrent la faculté de germer à la surface de l'eau.

PELTIER montre que la longévité des urédospores dépend de la température et de l'état hygrométrique auxquels elles sont soumises.

Température.	Humidité relative.	Durée de la longévité.	Observations
30° C.	49 p. 100.	28 jours.	Aucune germination
25° C.	100 —	7 —	
20° C.	49 —	77 —	
15° C.	49 à 60 —	70 —	
10° C.	38 à 70 —	112 —	
5° C.	Humidité moyenne.	Longue vitalité.	

Les résultats des essais d'infection correspondent d'une manière générale à ceux des germinations. Un matériel d'inoculation montrant moins de 10 p. 100 de germination n'a donné qu'un petit nombre d'infections. Au fur et à mesure que le pourcentage de germination décroissait mois après mois, les tubes germinatifs devenaient plus courts et plus étroits et leur protoplasma moins dense.

L'emploi de ce matériel d'inoculation, que l'on peut qualifier de faible, aboutissait à la production de taches d'hypersensibilité dans les feuilles.

Ainsi, au-dessous de certaines températures, les urédospores conservent leur vitalité pendant de longues périodes de temps à l'humidité relative qui prévaut dans le champ en automne dans la région à Blé d'hiver des États-Unis. Il est de plus clairement démontré qu'aux températures constantes légèrement supérieures à la moyenne, qui règnent pendant l'été dans le sud des États-Unis, les urédospores ne conservent pas leur vitalité pendant une durée de temps quelconque et à une humidité quelconque. La mortalité des urédospores en liberté, extrêmement grande à tout moment, est fortement accrue par l'absence de conditions favorables pour l'infection. On peut, par suite, supposer que seule une faible proportion des innombrables spores produites est capable d'infecter l'hôte dans ces conditions.

Les phénomènes de germination, d'inoculation et d'infection de la céréale ont été étudiés en détail par divers auteurs et notamment par miss Allen.

Nous regrettons de ne pouvoir, faute de place, exposer les très intéressants résultats auxquels elle est parvenue.

Tulasne a montré que les téleutospores passent tout l'hiver à l'état de repos et ne germent qu'au printemps suivant, sensiblement au moment où bourgeonnent les Épines-Vinettes. Ainsi que nous le verrons plus loin, Thiel et Freeman Weiss ont pu faire germer dès le mois de décembre des téleutospores qui avaient préalablement subi l'action d'une solution d'acide citrique à 1 p. 100.

Les frères Tulasne furent les premiers à obtenir en 1847, la production de tubes germinatifs à partir de téleutospores placées dans l'eau. Étudiant le problème de plus près, ils constatèrent en 1854 que les sporidies étaient plus aisément constituées en atmosphère saturée.

Melhus a constaté que les spores exposées à une température de 20° C. ne germent pas si l'humidité relative est inférieure à 9°,5. A une humidité de 95°,6 on obtient qu'une légère production de sporidies lesquelles sont constituées en grand nombre en atmosphère saturée.

D'après Melhus, des téleutospores submergées dans une goutte d'eau produisent de longs tubes germinatifs et dans ces conditions la production des sporidies est faible ou fait défaut.

Le même auteur indique que la production des sporidies s'effectue à des températures comprises entre 5° C. et 25° C., mais qu'elle est surtout abondante à 20° C. A 5° C. les spores poussent un court tube germinatif et sporulent

isolément tandis qu'à la température maxima pour la germination 30° C., le promycélium a une forme anormale.

Des spores qui ont accompli leur période de repos germent au bout d'environ trois heures. Avant et après cette période, le temps est plus long. La germination est généralement arrivée à son terme lorsque les bourgeons foliaires de l'Épine-Vinette commencent à s'ouvrir, avril ou début de mai à Ames (Iowa) d'après MELHUS. Après le 27 avril 1917, ce savant n'obtient plus qu'une très faible germination des téleutospores prélevées dans un matériel qui était resté à l'air libre.

Il a constaté que les téleutospores germent à la suite des pluies et que les promycèles qui en résultent sont visibles sous forme d'une production blanche brillante. Des téleutospores développés sur une céréale spontanée à la fin de l'automne germent plus aisément que celles qui mûrissent en été ou au début de l'automne. La vitalité des téleutospores peut être prolongée dans une certaine mesure en les maintenant à une basse température.

Les sporidies germent immédiatement après avoir été émises par le promycélium. Si leur émission est entravée, elles germent alors qu'elles sont encore attachées aux stérigmates et elles produisent ce qui a été appelé des sporidies secondaires. Elles sont très sensibles à la dessiccation et leur germination paraît être particulièrement abondante entre 15° C. et 20° C.

MELHUS a constaté que des sporidies placées sur des feuilles d'Épine-Vinette, dans les conditions de la serre aboutissent à l'infection et à la production d'écidiospores mûres, au bout de douze jours. Lorsque les feuilles d'Épine-Vinette sont devenues vert foncé et ondulées, l'infection ne se produit pas, sans doute à cause de l'épaisseur accrue de la cuticule et des parois des cellules épidermiques. Les tubes germinatifs des sporidies pénètrent directement à travers la cuticule et l'épiderme. En effet, bien que les stomates soient situés à la face inférieure, les deux surfaces sont sujettes à l'infection.

La germination des téleutospores semble toujours précéder l'apparition de l'écidie sur l'Épine-Vinette à l'air libre.

Durant trois années d'observation, MELHUS a constaté que l'écidie s'était développée douze à quarante-cinq jours avant que les urédospores aient été observés.

Des modes de perpétuation et de propagation que possède le P. Graminis.

1° *ROLE JOUÉ PAR LES GRAMINÉES SPONTANÉES ET LES SEMIS NATURELS*

D'après E. C. STAKMAN et J. PIEMEISEL, l'influence des graminées semble devoir s'exercer de trois manières :

1º En permettant l'hibernation de la Rouille sous la forme mycélienne ou sous la forme à urédospores ; 2º en aidant à la dissémination de la Rouille ; et 3º et peut-être (?) en brisant la spécialisation des formes biologiques dans la nature.

Certaines observations sembleraient indiquer que le *P. graminis* peut franchir l'hiver sous la forme urédospore. Du reste, les urédospores de *P. graminis* paraissent être altérées pár la chaleur et la dessiccation beaucoup plus qu'ils ne le sont par les basses températures. Il est vrai que la mesure, suivant laquelle la Rouille est capable d'hiverner, doit dépendre de la quantité de pluie en automne et de neige en hiver. Stakman et Piemeisel estiment qu'il serait très intéressant de faire des observations d'une certaine amplitude dans les régions d'altitude élevée, où la neige arrive de bonne heure. De nombreuses urédospores existent sur diverses graminées en automne lorsque la neige commence à tomber et il est possible que dans de telles régions l'hibernation soit très commune. Des observations ultérieures sur ce point sont nécessaires.

Il n'est pas douteux, semble-t-il, que les graminées contribuent à la dissémination de la Rouille.

Un nombre considérable d'urédospores sont constituées sur les graminées et ces spores sont, sans aucun doute, emportées à de grandes distances par le vent. Quelle est l'importance des urédospores dans la détermination des premières infections de printemps?

On s'est souvent demandé si les urédospores, qui ont pris naissance à la fin de l'hiver ou au premier printemps dans les contrées à température clémente ne peuvent pas, étant transportées par le vent, aller par la voie des airs, infecter des céréales situées dans des régions plus froides.

E. C. Stakman et plusieurs de ses collaborateurs ont essayé d'obtenir autant de renseignements que possible sur la dissémination des spores par les courants d'air. Il paraît *à priori* possible que des spores puissent être transportées à des altitudes élevées par des courants de convection, des tourbillons et autres déplacements aériens. Aussi des recherches dans les zones aériennes élevées furent-elles instituées et effectuées avec le concours du service américain de l'aviation militaire. L'aéroplane fut en effet employé de préférence au ballon parce que de longues distances peuvent être couvertes en peu de temps. Les pièges à spores peuvent être exposés aisément à diverses altitudes et la direction du vol peut être changée à volonté.

Les résultats de ces essais préliminaires indiquent que de nombreux grains de pollen et spores peuvent être transportés à plusieurs milliers de pieds au-dessus du niveau du sol pendant la saison de végétation.

En 1922, des essais furent effectués à l'aide d'aéroplanes dans les États de Nebraska, Kansas, Oklahoma avant que la Rouille due au *P. graminis* se soit développée dans ces régions, mais alors qu'elle existait déjà dans le Texas. Aucune spore ne fut captée cependant jusqu'à ce que la Rouille eût commencé

à se développer près de la région dans laquelle des vols avaient été effectués. Il parut tout à fait clair que le nombre des spores situées dans l'air décroît rapidement au fur et à mesure que s'accroit la distance par rapport à la région rouillée... La distance à laquelle des spores peuvent être transportées dépendrait indubitablement d'une foule de facteurs et aucune conclusion définitive ne peut être tirée d'un nombre limité d'observations. Il est certain que des écidiospores et des urédospores peuvent être transportées à une hauteur de 10 000 pieds et davantage au-dessus de la surface du sol. A moins que ces spores aient été abattues par le vent ou certains autres agents, elles sont probablement transportées par les courants aériens, à de longues distances. On ne peut encore établir définitivement jusqu'à quelle distance elles sont ainsi véhiculées, et quelle est leur importance au point de vue de la propagation de la Rouille au loin.

Des urédospores et écidiospores de *Puccinia graminis* captées respectivement à 7 000 et 1 000 pieds ont germé.

Si le stade à urédospores de la Rouille persiste sur les graminées pendant l'hiver, elles sont probablement responsables d'une grande partie de l'infection de printemps. Mais même si un tel mode d'hibernation n'est pas fréquent, les graminées peuvent intervenir d'une autre manière. Celles de ces plantes qui existent autour et même au contact immédiat des buissons d'Épine-Vinette, sont infectées par les écidospores provenant de ces derniers ; après quoi, elles émettent à leur tour des urédospores qui sont susceptibles d'infecter des céréales.

2° *LA ROUILLE DANS LA SEMENCE DU BLÉ ET LES RELATIONS AVEC L'INFECTION DU SEMIS*

Charles W. Hungerford a récemment repris cette question, qui avait été précédemment étudiée par plusieurs auteurs.

Le fait que le mycélium des champignons de la Rouille, peut, dans certains cas, pénétrer dans la semence et les diverses parties de cette dernière pour fournir des spores est connu depuis longtemps et a été signalé, par divers auteurs. Des différences d'opinion existent cependant en ce qui touche l'importance de ce phénomène relativement à la dissémination de la Rouille. A côté de l'existence constatée de la Rouille, dans et sur les grains de Blé, d'autres faits semblent indiquer que la transmission de Rouille doit pouvoir s'effectuer au moyen de la semence. On connaît par exemple nombre de cas où les pustules à urédospores et à téleuto spores de diverses Rouilles sont soudainement apparus dans des régions où l'hôte écidien était inconnu.

Lagerheim rapporte que le *P. graminis* exerce de grands dommages dans l'Équateur alors que l'Épine-Vinette n'y existe pas. Suivant Mc Alpine, la Rouille noire est commune en Australie, tandis que seul un petit nombre

de buissons d'Épine-Vinette s'y rencontre et qu'à l'époque où il écrivait aucune écidie de *P. graminis* n'avait encore été observée comme se développant naturellement en Australie.

On est en droit de se demander si le *P. graminis* n'a pas été importé dans l'Équateur et en Australie par la semence.

Pour expliquer la transmission supposée de la Rouille par la semence plusieurs théories ont été émises :

1° Hypothèse (Mycoplasme, voir p. 317).

2° Hypothèse. Mycélium dormant.

G. Smith a signalé dès 1885 l'existence du mycélium de la Rouille dans le grain de Blé.

Zukal a publié en 1890 des observations, d'après lesquelles la Rouille serait transmissible par le mycélium qui existe dans la semence. Il fut amené à cette conclusion par la constatation que la Rouille apparaît de très bonne heure dans les jeunes semis. Il trouva un mycélium cloisonné à la base de la gaine, de la tige et aux nœuds dans les cellules du parenchyme juste au-dessous de l'épiderme. Sa conclusion fut que le mycélium vit dans le grain et se développe au printemps à travers le scutellum à l'intérieur de l'embryon et ensuite avec la plante elle-même.

Pritchard dit avoir constaté le passage du mycélium du grain dans la jeune plante de semis.

Les observations de ces travailleurs n'ont pas été confirmées par les recherches ultérieures.

3° Hypothèse. Ce seraient des spores nées sur la semence qui causeraient l'infection des jeunes plantes. Telle est par exemple la théorie de Massee.

L'infection des grains par *P. graminis* a été signalée par W. G. Smith (1885) Pritchard (1911).

Un Américain, Carles W. Hungerford, a examiné de nombreux matériaux, de provenance très diverses pour y rechercher les grains parasités par *P. graminis*. Les conclusions du travail considérable auquel il s'est livré sont les suivantes :

Les urédospores et les téleutospores de *Puccinia graminis* ont été trouvées englobées dans le péricarpe du côté du hile et parfois le long du sillon ventral, jusqu'au milieu du grain de Blé. Les grains infectés présentent un noircissement de l'extrémité (région du hile) et des groupes de téleutospores se présentent sous forme de taches noires qui apparaissent à l'observateur muni soit de la loupe, soit du microscope binoculaire.

L'auteur n'a trouvé qu'un faible pourcentage d'infection dans les centaines d'échantillons de Blé provenant des récoltes de 1915 à 1916. L'infection dépassait légèrement 1 p. 100 dans les lots les plus atteints. Les semences de Blés durs sont les plus communément attaquées.

L'infection gagne sans aucun doute les grains, depuis le rachis ou les glumes qui ont été primitivement envahis.

Le pouvoir de germination de la semence n'est pas, semble-t-il, entravé par l'infection de cette Rouille.

Si on ensemence dans les champs des grains rouillés, on ne constate pas sur la culture, qui provient de ces derniers, une attaque plus précoce ou plus forte que dans les parcelles voisines provenant d'une semence exempte de Rouille ou ayant subi le traitement à l'eau chaude (*hot modified water treatment*).

Plus de 2 500 plants ont été cultivés à partir d'une semence rouillée dans une pièce spécialement construite à cet effet dans la serre de l'Institut de Pathologie végétale de l'Université de Wisconsin. Aucune infection par la Rouille ne se révèla à aucun moment sur aucun de ces végétaux. Les conditions de croissance de ces plantes furent normales et elles produisirent une semence saine.

Bien qu'on ait eu la précaution de faire germer la semence dans diverses conditions simulant autant que possible celles existant dans le champ, l'examen histologique ne révéla en aucune manière une infection qui aurait pris naissance dans le péricarpe pour se développer dans la jeune plante.

Aucune infection ne se produisit sur des plantes cultivées à partir d'une semence qui avait été préalablement recouverte d'urédospores viables de *P. graminis*.

Charles W. Hungerford conclut que les résultats du travail expérimental, qui vient d'être rapporté, indiquent que la Rouille des chaumes n'est pas transmissible, d'une résolte de Blé à la culture suivante au moyen de grains de semence infectés. Somme toute, l'opinion de l'auteur est que la présence des spores de *P. graminis* dans le péricarpe des caryopses des céréales et des graminées est dépourvue de signification spéciale. Mais l'infection peut se développer dans ces tissus absolument comme elle gagne à partir d'un point quelconque d'infection l'une quelconque des parties végétatives de la plante.

3° *DU ROLE DE L'ÉPINETTE (BERBERIS VULGARIS) DANS LA PROPAGATION DE LA ROUILLE NOIRE (PUCCINIA GRAMINIS)*

Ce sont les praticiens qui, les premiers, se sont aperçus que l'Épine-Vinette tend à distribuer la Rouille noire autour d'elle.

C'est ainsi que, dès 1668, des mesures législatives locales furent prises à Rouen en vue de la destruction de l'Épine-Vinette. Au xviiie siècle des dispositions du même ordre furent adoptées dans d'autres contrées d'Europe et dans plusieurs colonies américaines.

Le Connecticut, Rhode-Island et Massachussets édictèrent toutes des lois entre 1726 et 1766. Les lois du Connecticut et de Rhode-Island furent renouvelées au bout d'un certain nombre d'années, ce qui tendrait à indiquer que les résultats qu'elles ont donnés ont été satisfaisants.

La plupart des renseignements précédents aussi bien que les suivants sont empruntés aux travaux de E. C. STAKMAN.

L'influence qu'exerce l'Épine-Vinette sur le développement de la Rouille noire est déjà bien décrite en 1758 dans l'ouvrage d'ERHARTER : *Economic Plant History*. Des observations sur ce sujet furent fournies en 1804 par WILLEDNOV, en 1806 par RETIJUS qui habitaient l'un et l'autre l'Allemagne, en 1815 par SCHOLER en Danemark. Cependant, certains agronomes tels que DUHAMEL considéraient comme improbable que « les fleurs d'Épine-Vinette empêchent le Blé de produire des grains ».

Les divergences d'opinion furent si accusées qu'une soi-disant guerre de l'Épine-Vinette régna de 1805 à 1865. Les cultivateurs dont les céréales avaient été détruites par la Rouille qui se répandait à partir des buissons d'Épine-Vinette détruisaient souvent ces dernières. Ils le firent même fréquemment sans l'autorisation du propriétaire.

Cependant des hommes de science s'efforcèrent de se rendre compte si les praticiens étaient dans le vrai.

Un fermier anglais déclara en 1781 à MARSHALL que la Rouille provenait de l'Épine-Vinette. Ce dernier décida de s'en rendre compte. Au printemps de 1782, il planta un gros buisson d'Épine-Vinette dans un champ de Blé. Il écrivit ce qui suit relativement aux effets : « Tout autour du buisson d'Épine-Vinette, il apparut une bande longue, quelque peu ovale, de couleur livide foncé, qu'une personne qui passait à cheval sur la route pouvait voir à une distance considérable. » Il tenta de nouveau l'année suivante la même expérience et nota la même chose.

Durant les quatre-vingts années suivantes, de nombreux savants tentèrent de découvrir exactement comment l'Épine-Vinette répand la Rouille autour d'elle. Un grand nombre d'entre eux proposèrent d'ingénieuses théories. En tout cas, tous ceux qui étudièrent la question acquirent la conviction que les buissons d'Épine-Vinette répandaient la Rouille autour d'eux.

Ce fut enfin en 1865 que le savant allemand DE BARY parvint à résoudre le problème. Ses expériences furent reprises et vérifiées par une foule d'hommes de science.

Après ces travaux qui démontraient nettement que l'Épine-Vinette est bien l'un des hôtes du *P. graminis*, il semblait donc que la cause de cet arbuste fut irrévocablement entendue. En réalité, il n'en a rien été. Les raisons du scepticisme croissant qui s'est manifesté dans bien des régions sont complexes.

L'une des principales réside dans le fait que la plupart des agriculteurs confondent les diverses Rouilles.

Ils constatent par exemple de graves attaques de Rouille jaune (*P. glumarum*) en l'absence d'Épine-Vinette, et ils concluent tout naturellement que « la Rouille » peut se développer intensément en l'absence de cet arbuste.

Des gens instruits qui savent que le *P. graminis* sévit dans des parties du

monde (Australie) où le *Berberis vulgaris* n'existe pas ou bien est extrêmement rare, sont naturellement portés à admettre que le parasite se passe fort bien de son hôte écidien.

Enfin, ceux qui sont au courant des travaux d'Eriksson n'ignorent pas que le savant suédois admet que l'Épine-Vinette ne joue qu'un rôle limité qui ne s'exerce que dans un rayon de 25 à 30 mètres autour de lui. La théorie mycoplasmatique, d'après laquelle, une fois infectée, une céréale transmet infailliblement à sa descendance, la Rouille qu'elle a contractée, paraît avoir beaucoup contribué à réduire à fort peu de choses l'importance attribuée à l'Épine-Vinette.

En réalité, la question est complexe. Les faits actuellement connus permettent d'admettre que si dans certaines parties du monde le *P. graminis* peut sans aucun doute se développer en l'absence de l'Épine-Vinette, dans d'autres régions, cet arbuste joue un très grand rôle dans le déclenchement des attaques de cette Urédinée.

E. C. Stakman a, au cours d'un voyage effectué en 1922, étudié la situation de l'Europe relativement au développement de la Rouille noire en relation avec l'Épine-Vinette.

Il écrit ce qui suit :

« Les Épines-Vinettes sont rares dans les meilleurs districts à céréales d'Angleterre, Danemark, Allemagne (une grande partie de ce pays), Belgique, Hollande, France, Espagne, Italie, Autriche, Tchéco-Slovaquie et Hongrie. Ceci résulte clairement des rapports fournis par les agriculteurs de ces contrées, et l'auteur est convaincu du fait par des observations personnelles. Dans les montagnes et dans certains terrains boisés où il existe encore des buissons d'Épine-Vinette, la Rouille se maintient. Mais dans les districts, où les buissons d'Épine-Vinette ont été détruits, la Rouille ne détermine pratiquement aucun dommage, bien que dans un grand nombre d'entre eux elle ait primitivement occasionné de grands dégâts. »

En ce qui concerne la France, E. C. Stakman écrit ce qui suit :

« La Rouille noire n'effectue que fort peu de dommage en France. Il n'y a pratiquement aucun buisson d'Épine-Vinette dans les bons districts de culture. Une loi générale relative à la lutte contre les ennemis des cultures fut édictée en 1888. Grâce à cette loi, la destruction des buissons d'Épine-Vinette a été requise dans de nombreuses régions administratives. On sait que la loi du 24 décembre 1888 visant à la destruction des insectes et autres végétaux nuisibles donne au préfet le pouvoir de prescrire les mesures nécessaires après avis du Conseil général. Une instruction ministérielle du 7 juin 1911 fournit un modèle d'arrêté préfectoral dans lequel l'article 4 est ainsi conçu : Les Épines-Vinettes croissant au bord des champs cultivés, dans les haies des routes et chemins, des voies ferrées, ou dans les bois, sur une lisière de 30 mètres devront être arrachées dans le courant de l'année. »

E. C. Stakman écrit :

« Le préambule d'une loi qui a été prise en 1891 dans le département d'Eure-et-Loire débute de la manière suivante : « Étant donné qu'il est connu « que la proximité de l'Épine-Vinette constitue un véritable fléau pour les « champs de céréales. » D'après Stakman, le fléau aurait été supprimé dans la plupart d'entre eux. Le résultat obtenu serait tel que lorsque la Rouille noire apparaîtrait dans les grands districts à céréales de la France, elle s'y présenterait trop tard pour déterminer des dégâts dans les céréales. »

« Durant ce dernier été (1922), écrit encore E. C. Stakman, on n'a pas trouvé trace de Rouille noire sur le Blé, l'Orge, le Seigle ou l'Avoine après de longues recherches s'étendant de Paris vers la limite méridionale de la contrée. Il n'y avait pas d'Épine-Vinette pour déclancher la maladie.

« Mais dans les Alpes, le nombre des Épines-Vinettes est considérable. Elles étaient jaunes de Rouille alors que le Seigle en était noir. L'auteur a compté 15 arbrisseaux dans un petit champ de Seigle. Le Seigle était déjà sur le chemin d'une complète destruction. Une paysanne déclara que la même chose se présente chaque année et qu'elle n'essayait pas de cultiver du Blé parce que la Rouille en déterminait la ruine. A la même époque, aucune trace de Rouille ne put être découverte dans ces districts où il n'y avait aucune Épine-Vinette. Cependant, certaines personnes dans notre contrée (en Amérique) affirment que la destruction de l'Épine-Vinette constitue un piège et ménage des désillusions. Les résultats, en France, sont tout à fait remarquables parce que le climat, du moins dans le Midi, est extrêmement doux. Dans ces conditions, on peut s'attendre à ce que le stade d'été de la Rouille vive pendant l'hiver dans cette contrée. Mais dans des pays encore plus méridionaux les conditions sont encore plus surprenantes. »

L'opinion du savant professeur de l'Université du Minnesota a une très grande valeur et est fort intéressante. Mais pouvons-nous admettre sans réserve que l'Épine-Vinette ait disparu de nos meilleures régions à Blé et que ces dernières ont ainsi été affranchies des graves attaques de Rouille noire? Certes, il n'est pas douteux que cet arbuste est assez rare dans plusieurs de nos meilleures régions à céréales (Beauce, Brie). Mais, par contre, il n'est encore que beaucoup trop répandu dans plusieurs de nos territoires à Blés. D'autre part, si la Rouille noire, qui débute rarement avant la fin de juin, ne détermine souvent pas de dégâts, soit parce qu'elle trouve à ce moment des céréales trop avancées, soit pour des raisons d'ordre météorologique, il arrive cependant qu'elle occasionne parfois de graves attaques. C'est notamment ce qui s'est passé au cours de l'été pluvieux et froid de 1924. Durant cette saison, les régions où l'Épine-Vinette est rare sont loin d'avoir été indemnes de *P. graminis*. Cependant, il n'est pas douteux que cette Urédinée se montre particulièrement fréquente et active sur les territoires où le *Berberis vulgaris* est abondamment représenté. C'est ainsi qu'en 1922, année où dans l'ensemble la Rouille noire

n'a pas fait beaucoup de mal en France, E. C. STAKMAN a pu constater l'intensité de la maladie sur des Seigles du Briançonnais, pays où l'Épine-Vinette est abondante sur certaines parties montagneuses.

En réalité, nous devons avouer que nous sommes encore très insuffisamment renseignés sur la distribution et l'abondance de l'Épine-Vinette sur notre territoire, aussi bien que sur l'importance que présente cet arbuste relativement à la propagation de la Rouille noire.

Nous sommes en tout cas persuadés que le rôle de l'Épine-Vinette est certainement néfaste et qu'il conviendrait d'éliminer de nos campagnes cet arbuste qui n'offre pas grand intérêt économique. On ne peut que souhaiter que les arrêtés, que la loi de 1888 donne aux préfets la latitude de prendre, soient non seulement promulgués chaque année, mais encore appliqués. Sans doute les mesures prévues par l'instruction ministérielle du 7 juin 1912 paraîtront-elles insuffisantes à certains. Il appartiendrait au Comité consultatif des Epiphyties de soumettre à ce sujet au ministre telles modifications qu'il jugerait utiles.

Voici, d'autre part, les constatations qu'E. C. STAKMAN a pu faire dans diverses parties de l'Europe.

En Angleterre et en Écosse, où les pieds d'Épine-Vinette sont d'une extrême rareté, la Rouille noire serait pratiquement inconnue, sauf auprès de ces derniers, c'est-à-dire par conséquent, sur des surfaces très limitées.

Dans le Pays de Galles, où les buissons de *Berberis vulgaris* sont plus fréquents, le rôle qu'ils jouent dans l'apparition de la Rouille est tout à fait évident. Aussi la destruction de cette plante est-elle activement conduite.

Le Danemark a aussi prévenu les attaques de Rouille noire par la destruction des buissons d'Épine-Vinette. S'il y a un fait scientifique établi, déclare E. C. STAKMAN, c'est bien celui-là. Pendant des années, les attaques de Rouille se sont montrées très graves au Danemark.

Alors fut édictée une loi qui entra en exécution le 1er janvier 1904 et qui exigeait la destruction complète de l'Épine-Vinette, excepté dans les jardins botaniques, et un petit nombre d'espaces restreints. La campagne de destruction de l'Épine-Vinette se montra efficace. Les pieds d'Épine-Vinette furent détruits et pratiquement la Rouille noire disparut. Depuis 1904, il n'y a pas une seule épidémie générale au Danemarck. La Rouille apparait rarement, et lors qu'elle se présente, on découvre le pied d'Épine-Vinette coupable. En 1914, LIND écrivait : « Nous ne pouvons pas nier que nous avons acquis ici en Danemark, une preuve définitive que nous pouvons obtenir simultanément l'élimination de l'Épine-Vinette et de la Rouille noire. »

STAKMAN déclare qu'il a parcouru de nombreux milles en compagnie d'un pathologiste danois, durant l'été 1922, sans trouver trace de la Rouille noire, excepté au voisinage d'un petit nombre de pieds d'Épine-Vinette qui s'étaient

maintenus sur un territoire boisé. Le Danemark a donc résolu par la destruction de l'Épine-Vinette, le problème de la Rouille noire.

Il est intéressant de comparer à la situation de ce pays celle de contrées voisines, telles que la Suède et la Norvège.

Il existe un très grand nombre d'Épine-Vinettes dans quelques districts de Suède et les attaques de Rouille noire dans ces régions sont terribles. Entre Stockholm et Upsale, durant l'été 1922, les champs d'Avoine étaient noirs de Rouille, maladie qui pouvait être attribuée directement aux buissons d'Épine-Vinette. Or, ceci n'est point exceptionnel. HENNING signale la gravité de ces attaques, qui n'ont commencé à devenir destructives en Suède que lorsque les buissons d'Épine-Vinette se sont échappés des cultures et sont devenus nombreux. Actuellement encore, la Rouille est pratiquement inconnue dans des districts de Suède, spécialement dans ceux du Nord et de l'Ouest, où n'y a que fort peu d'Épine-Vinette. Lorsque la Rouille existe dans ce district, on peut la rapporter à l'Épine-Vinette.

Les agriculteurs suédois font actuellement des efforts désespérés pour obtenir une loi efficace imposant la destruction de l'Épine-Vinette. Une loi de ce genre a été promulguée en Norvège en 1916.

En Allemagne, une série de mesures législatives, prises depuis longtemps, a presque éliminé l'Épine-Vinette d'une grande partie du territoire. Aussi la Rouille noire ne déterminerait-elle pas de grands dommages dans ce pays (1).

En Hollande, la Rouille noire ne se développe presque jamais ; du reste, les pieds d'Épine-Vinette sont rares aux Pays-Bas.

Il n'existe qu'un petit nombre de buissons d'Épine-Vinette dans les bonnes régions à céréales de Tchéco-Slovaquie, Autriche et Hongrie. Ces arbustes subsistent du reste dans les montagnes de ces contrées. La destruction des pieds de *Berberis vulgaris* est imposée par une loi promulguée en Autriche (1882) et un décret pris en Hongrie en 1920.

En Serbie, l'Épine-Vinette est très commune, aussi la Rouille noire y sévit-elle avec intensité.

Suivant DE JACZWESKI, la forme écidienne de *Puccinia graminis* existe dans toute la Russie sur l'Épine-Vinette. Il est peu vraisemblable que le stade à urédospores de la Rouille noire survive au cours du long et froid hiver du Nord et du Centre de la Russie. Il est donc probable que l'Épine-Vinette intervienne comme un important facteur susceptible d'assurer le départ des épidémies même dans les régions les plus méridionales de cette contrée. Sans doute, aucun effort n'a-t-il pu être tenté pour effectuer la destruction de l'ÉpineVinette en Russie.

(1) HILTNER écrit : « En admettant qu'il soit définitivement établi que la Rouille noire des céréales ne disparaît souvent pas entièrement lorsque les arbustes d'Épine-Vinette ont été exclus avec soin du voisinage ; néanmoins, on a toujours constaté que dans tels cas la Rouille perd une grande partie de son danger et que par suite au moyen de la destruction des arbustes d'Épine-Vinette qui poussent au voisinage des champs de céréales (et du reste que la valeur commerciale de l'Épine-Vinette est très faible) on peut empêcher des pertes considérables de paille et grain.

Même dans les contrées les plus méridionales d'Europe, l'Épine-Vinette répand la Rouille autour d'elle. Cependant dans les régions où la température est relativement élevée pendant l'hiver, le stade d'été de la Rouille se maintient parfois pendant la mauvaise saison et la Rouille devrait ainsi devenir indépendante de l'Épine-Vinette.

Malgré tout, en Espagne, on a constaté que la Rouille apparait toujours plus gravement et sévit plus fortement qu'ailleurs sur les céréales placées au voisinage des pieds Épine-Vinette.

En Italie, l'Épine-Vinette est abondante dans les montagnes du Nord. C'est dans cette région que la Rouille noire détermine les plus grands dégâts. Au contraire, la Rouille noire est presque inexistante dans le Sud, où on ne rencontre pas de pieds d'Épine-Vinette. La rareté ou la faiblesse des attaques de *P. graminis* dans la partie méridionale de l'Italie ne seraient du reste pas dues à ce que le climat ne permet pas à cette Urédinée de se développer. En effet, en 1913, le Blé fut détruit par la Rouille noire dans une région limitée et située au sud de Rome. L'attaque put être rapportée à trois plants d'Épine-Vinette, dont deux furent extirpés en 1913. En 1914, la Rouille se développa auprès du seul pied qui subsistait, celui-ci fut alors détruit et la Rouille ne réapparut pas.

En Grèce, pendant l'été 1922, Stakman ne put pas découvrir de Rouille noire sur le Blé qui avait cru dans la plaine de l'Attique près d'Athènes. Mais dans les montagnes sur les bords de la plaine il y avait des milliers d'Épine-Vinette sauvage (*Berberis cretica*) à une altitude de 3 000 pieds. Ces plantes étaient couvertes de Rouille. Des graminées sauvages situées au voisinage étaient grillées par la Rouille. Le vent doit sans doute transporter la Rouille sur les céréales qui sont situées dans les vallées. Il est probable qu'une grande partie de la Rouille existant en Grèce provient de ces pieds d'Epine-Vinette. Stakman tient pour peu vraisemblable que la Rouille puisse se maintenir constamment en Grèce sous la forme d'urédospores. Ceci ne tient pas à la sévérité des hivers qui, en réalité, ne sont pas froids. Mais les étés sont si chauds et secs que le nombre de plantes (céréales et graminées) qui restent vertes durant cette période de chaleur torride est certainement très restreint. Pendant cette période défavorable ne peuvent subsister que les téleutospores. On conçoit donc l'importance du rôle que doit jouer l'Épine-Vinette en Grèce.

Dans l'Amérique du Nord, il convient de distinguer. D'une part les États méridionaux, ceux du golfe du Mexique, ont un climat assez clément pour permettre au *P. graminis* d'hiverner sous la forme urédospores. De plus, dans ces contrées les Épines-Vinettes sont relativement rares et par surcroît ne sont qu'assez parcimonieusement infectées. D'autre part, dans les États du Nord de la vallée du Mississipi où l'hiver est trop rigoureux pour que l'Urédinée puisse le franchir sous la forme urédospore, seules les téleutospores lui permettent de traverser la mauvaise saison. Dans ces conditions, le *P. graminis*

ne peut ni se maintenir, ni se propager au printemps en dehors de la présence de l'Épine-Vinette, qui constitue le centre de chacun des premiers foyers de la saison. Elle est très commune dans les parcs, les cimetières et dans les terrains publics et privés où elle a été employée dans les haies et dans les plantations en massifs. Il est difficile de trouver un village ou une cité de quelque importance, dans le tiers septentrional des États-Unis, qui soit dépourvu d'Épine-Vinette. Cet arbuste est loin d'être aussi populaire dans le Midi qu'il ne l'est dans le nord de cette contrée, Naturellement, le problème de l'Épine-Vinette est beaucoup plus sérieux dans les régions où les Épines-Vinettes sont le plus abondantes. STAKMAN déclare : « Il n'est pas douteux que l'Épine-Vinette est le facteur le plus important de la dissémination de la Rouille dans la moitié septentrionale du bassin du Mississipi. Dans le sud elle est moins importante. » Le fait est que l'Herbier d'ARTHUR ne contient aucune collection d'écidies sur Berberis provenant des États du Sud.

D'observations effectuées à Fayettewille, Kansas (latitude 36°), il résulte que le *P. graminis* est relativement rare sur le Blé, alors que le *P. triticina* y est très commun et très destructif. Cependant, le *P. graminis* est souvent abondant sur diverses graminées : *Agrostis palustris* HUDS. (*A. alba* des auteurs) *Phleum pratense* L. et *Elymus australis* SCHRIB. et BULL. Comparativement aux urédospores, les téleutospores du *P. graminis* sur céréales sont rares et imparfaitement développées. A l'époque de la récolte ou même à un moment quelconque, tandis qu'on peut facilement trouver des urédospores, les téleutospores ne s'observent qu'après de minutieuses recherches. De plus, l'examen microscopique des téleutospores révèle que leur dimension est bien inférieure à la moyenne et qu'autrement dit elles sont anormales. Durant les automnes de 1918 et 1919 des pailles de Blé contenant des téleutospores et récoltées aux environs de Fayetteville ont été renfermées dans des cages en fil de fer et abandonnées dehors pendant l'hiver. Aucune germination ne se produisit. contrairement à ce qui se passa pour le matériel prélevé sur *Elymus australis*, lequel avait également hiverné et qui germa à profusion. Des infections du *Berberis trifoliata* MERIC ont été obtenues avec des sporidies provenant de la germination de téleutospores prélevées sur *Elymus australis*. Telles sont les observations effectuées, à Fayettewille.

La quantité de Rouille sur l'Épine-Vinette dépend largement des conditions atmosphériques et de la proximité des céréales et graminées. Lorsqu'au printemps le temps est humide et chaud, les buissons rouillent aisément. Ils sont généralement rouillés dès le mois de mai et pendant toute la saison, la Rouille se traduit sur les graminées et céréales voisines environ une semaine après le moment où elle s'est montrée sur l'Épine-Vinette.

D'après STAKMAN, les écidiospores peuvent être transportées par le vent à plusieurs milles du buisson sur lequel elles ont pris naissance.

Cet auteur cite une série d'exemples dans lesquels un foyer de Rouille

est indubitablement en relation avec la présence d'un certain pied d'Épine-Vinette.

Les Américains ont constaté que les espèces de *Berberis* qui ressemblent au *B. vulgaris* propagent la Rouille, alors que celles du type du *B. thumbergii* (*Berberis* japonais) n'ont pas cette action (1).

La campagne de destruction de l'Épine-Vinette (Barberry eradication) fut commencée en 1918. Elle fut le résultat d'un mouvement qui s'était dessiné parmi les hommes de science durant les années précédentes, surtout en 1916 et 1917, à la suite d'une grave épidémie. Cette question fut notamment étudiée au cours de deux conférences tenues l'une à Washington en novembre 1917 et l'autre à Chicago en février 1918. Saisi de cette question, le Département de l'Agriculture décida d'engager immédiatement une campagne préliminaire d'éducation et de surveillance.

Le travail dans les champs fut entrepris le 1er avril 1915. Un crédit de 150 000 dollars fut demandé pour la destruction de l'Épine-Vinette le 1er juillet 1918 et accordé en octobre 1918. En attendant le travail fut poursuivi avec les seuls crédits d'urgence.

Une loi « federal quarantine » fut rendue effective le 1er mai 1919, prohibant dans la région où s'effectuerait la destruction de l'Épine-Vinette, l'importation et la plantation de toutes les espèces végétales-qu'on sait porter la forme écidienne du *P. graminis*.

La campagne fut organisée en février et mars 1919 par l'*Office of Cereal Investigations, of the Bureau of Plant Industry, United States department of Agriculture*, en coopération avec les treize états suivants : Colorado, Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, Montana, Nebraska, North Dakota, Ohio, South Dakota, Wisconsin, Wyoming.

Dans la plupart des États, le Collège d'Agriculture ou la Station expérimentale de l'État désignent un délégué chargé de représenter l'État pour dresser des plans de campagne et pour conduire cette dernière. De plus, l'*Office of Cereals investigations* place dans chaque État un chef et des assistants.

Les méthodes adoptées sont les suivantes :

I. Publicité. — Imprimés (affiches, bulletin, circulaires, cartes, etc.), (articles de journaux, de revues, etc.) ; conversations, démonstrations.

II. Surveillance. — Les hommes employés par l'*Office of Cereal Investigations* sont placés sous la direction d'un chef par État (leader) et inspectent toutes les propriétés urbaines et rurales pour découvrir l'Épine-Vinette. Des rapports sont établis relativement à toutes

(1) Du reste, Stakman donne à ce sujet les renseignements suivants :

Il est établi que les espèces et variétés suivantes propagent la Rouille : *Berberis aetnensis, altaica, amurensis, aristata, asiatica, atropurpurea, brachybotrys, brevipaniculata, buxifolia, canadensis, caroliniana (carolina), coriaria, cretica, declinatum, fendleri, fischeri fremontii, heteropoda, ilicifolia,inter gerima, laxiflora, lycium, macrophylla, nepalensis, neubertii, sieboldii, siberica, sinensis, trifoliatata umbellata, vulgaris, vulgaris atropurpurea, vulgaris emarginata, vulgaris japonica, vulgaris purpurea vulgaris spathulata; Mahonia aquifolium, diversifolia, glauca, repens.*

On estime que les formes suivantes d'Épine-Vinette sont susceptibles de rouiller (mais ceci n'a pas été établi d'une manière bien certaine) : *Berberis vulgaris alba, vulgaris asperma, vulgaris fructiviolacea, vulgaris lutea, vulga is macrocarpa, vulgaris mitia, vulgaris nigra, vulgaris violacea.*

On sait que les Épines-Vinettes suivantes ne rouillent pas : *Berberis thunbergii* (*Berberis* japonais et ses variétés *maximowiczii, minor, pluriflora* et *variegata.*

On ne sait pas d'une manière définitive si les espèces suivantes rouillent ou non (Il est probable que certaines d'entre elles rouillent, tandis qu'il est à peu près certain que d'autres ne rouillent pas) : *Berberis actinacantha, angulosa, brachypoda, congestiflora, coryi, craddifolia, darwinii, diaphana, dictyphylla, empetrefolia, fortunei, francisci-ferdinandi, gagnepanii, guimpelii, heterophylla, jamiesonii; levis, linearifolia, lucida, macrophylla, nana nervosa, pearcii, pinnata, prattii, pumila, regeliana, sargentiana, spinulosa, stenophylla, subcauliolata thibetica, trifolia, verruculosa.*

les propriétés dans lesquelles l'Épine-Vinette est observée (nom du propriétaire, ou occupant, description locale de la propriété, nombre et position des pieds d'Épine-Vinette trouvés et de ceux qui ont été détruits, avec les données nécessaires). On signale au représentant de l'État tous les pieds qui ne sont pas immédiatement arrachés. Ce dernier avertit le propriétaire auquel il adresse des cartes à retourner après avoir signé une attestation d'après laquelle les buissons ont été arrachés.

III. Réinspection. — Deux réinspections sont effectuées pour tâcher de découvrir les pieds qui ont pu échapper à la première investigation, les repousses qui proviennent d'un arrachage incomplet, les jeunes semis, etc.

La recherche des pieds d'Épine-Vinette peut être utilement faite au début de l'attaque de la Rouille noire dans les céréales, au moment où les foyers initiaux sont bien individualisés parce qu'ils ne se sont pas encore fusionnés. Dans ces conditions, on finit presque toujours par découvrir la plante à partir de laquelle s'est propagée l'infection.

Stakman propose d'effectuer des surveillances simultanées sur certaines aires territoriales de nature assez uniformes et à une époque de l'année où les épidémies locales qui débutent peuvent être décelées et avant qu'elles aient eu le temps de se fusionner. Cette méthode exige l'intervention simultanée dans une région, un jour déterminé ou au cours d'une courte période de temps d'un nombre assez considérable d'hommes.

Il est préférable que la zone dans laquelle s'effectue le contrôle ne soit pas trop étendue.

L'expérience a été tentée dans un centre ayant une superficie comprise dans un rectangle de 30 milles sur 36 milles. Le comté fut subdivisé en sections dans chacune desquelles opéra une équipe de deux hommes. Ces derniers parcoururent les champs en récoltant des spécimens typiques de Blé rouillé. Ils notèrent en même temps avec soin le point où ces derniers avaient été prélevés, la topographie du champ, les plantes spontanées et les autres facteurs pouvant avoir une action sur la gravité de l'attaque. Les collecteurs évaluèrent aussi le pourcentage de la Rouille dans chaque champ, dans lequel des échantillons avaient été prélevés. Les spécimens furent apportés à un poste central et examinés avec soin d'une manière indépendante par trois hommes qui ont une grande expérience des recherches sur la Rouille des céréales. Les estimations de ces personnes de même que celles des collecteurs furent consignées et fournirent une base pour dresser la carte. Bien que cet essai ait été effectué peu avant la maturité, c'est-à-dire beaucoup trop tard pour déceler aisément la présence de l'Épine-Vinette, les différences qui ont été constatées dans l'intensité d'attaque de Rouille, ne pouvaient sans doute pas d'une manière générale être rapportées à des différences de milieu, ce dernier étant très homogène, étaient semble-t-il, en relation avec la localisation des pieds de *Berberis vulgaris*.

D'après les règlements en vigueur en Amérique, l'extirpation des Épines-Vinettes peut être effectuée par les agents de service eux-mêmes ou bien encore par le propriétaire. Celui-ci est en tout cas tenu d'arracher les arbustes lorsqu'on le lui demande.

Les procédés de destruction de l'Épine-Vinette varient suivant les cas.

On a d'abord employé l'arrachage. Cette méthode n'est efficace que si le système radiculaire a été complètement éliminé, sans quoi des rejets se constituent à partir de ce dernier.

Les jeunes semis ou petites plantes sont généralement facilement arrachés à l'aide de la bêche.

Lorsqu'il s'agit de végétaux plus âgés, plus développés, on peut recourir à l'extirpation à l'aide d'une chaîne liée autour du tronc et tirée par un attelage ou un tracteur. On peut encore faire usage de poulies, de crics. La dynamite a également été employée.

On devra brûler les arbustes qu'on arrache et on veillera surtout à ne pas disséminer les baies mûres.

L'extermination des plantes par arrachage fut bientôt trouvée être non seulement difficile mais très coûteuse. C'est particulièrement le cas en ce qui concerne les buissons d'Épine-Vinette qui se sont établis dans des terrains caillouteux ou dont les racines sont entremêlées à celles de grands arbres. Lorsque de telles souches sont arrachées, elles laissent toujours derrière elles dans le sol de petits fragments de racines qui sont capables de drageonner. Aussi a-t-on recherché une méthode économique et efficace de tuer ces plantes et

un grand nombre de substances chimiques furent essayées sur de petits buissons.

E. R. Schulz et Noel F. Thompson parviennent à tuer des pieds d'Épine-Vinette en faisant pénétrer dans les racines des solutions aqueuses d'arsénite de sodium contenant au moins 50 parties par million. Le goût à la fois doux et saumâtre de ce produit attire le bétail. Aussi ne doit-il pas être employé sans adjonction d'une manière susceptible de repousser les animaux.

LES ROUILLES PROVENANT DU DÉMEMBREMENT DE L'ANCIENNE ESPÈCE *PUCCINIA RUBIGO-VERA* (D.-C.) Wint.

A cause de différences morphologiques et biologiques, déjà indiquées par plusieurs auteurs, l'espèce *Puccinia Rubigo-vera* (D. C.) Winter, a été subdivisée en 1894 par Eriksson et Henning en deux espèces bien distinctes : « Rouille jaune » (*Puccinia glumarum*) et « Rouille brune » (*P. dispersa*). Après de nouvelles recherches, Eriksson fixa à quatre le nombre des formes existant dans le *P. dispersa* et celles-ci ont été à leur tour subdivisées en deux séries de la manière suivante :

Série I. — Ecidie (*Æcidium anchusæ*) sur l'*Anchusa arvensis* et l'*A. officinalis*
1. F. sp. *Secalis* sur *Secale cereale.*
Série II. — Ecidie inconnue.
2. F. sp. *Tritici* sur *Triticum vulgare.*
3. F. sp. *Bromi* sur *Bromus arvensis* (et le *Bromus brizæ-formis*).
4. F. sp. *Agropyri* sur le *Triticum repens.*

Poursuivant ses recherches, Eriksson propose en 1899 que les formes de Rouille, réunies dès l'année 1894 sous le nom de *P. dispersa* Erikss. et Henning soient regardées comme distinctes les unes des autres comme espèces indépendantes et qu'elles soient nommées de la manière suivante :

1. *Puccinia dispersa* Eriksson. Rouille brune du Seigle. Plantes nourricières : écidies sur *Anchusas arvensis*, *A. officinalis.* Urédospores et téleutospores sur *Secale cereale*, *S. montanum.*

Champignon bien fixé isophage.

2. *Puccinia triticina* Eriksson. Rouille brune du Blé. Ecidie inconnue. Urédospores et téleutospores sur *Triticum compactum*, *T. dicococcum*, *T. spelta*, *T. vulgare.*

Champignon moins bien fixé que le précédent ; attaque parfois le Seigle.

3. *Puccinia bromina* Eriksson. — Rouille brune du Brome. Ecidie inconnue. Urédospores et téleutospores sur *Bromus arduennensis*, *B. arvensis*, *B. asper*, *B. aptuus*, *B. scuarosus*, *B. brisæ-formis*, *B. secalinus*, *B. racemosus*, *B. mollis*, *B. sterilis*, *B. tectorum*, *B. macrostachys.*

Champignon moins bien fixé que le *P. dispersa*, attaque parfois le Seigle.

4. *Puccinia agropyrina* Eriksson. — Ecidie inconnue. Urédospores et téleutospores sur *Triticum repens.*

Champignon moins bien fixé que le *P. dispersa*, attaque parfois le Seigle et le *Bromus arvensis.*

5. *Puccinia holcina* Eriksson. — Ecidie inconnue. Urédospores et téleutospores sur *Holcus lanatus*, *H. mollis.*

Champignon bien fixé isophage.

6. *Puccinia Triseti* Eriksson. — Ecidie inconnue. Urédospores et téleutospores sur *Trisetum flavescens.*

Champignon bien fixé isophage.

Par la suite, Fr. Muller (*Bot. Centralblatt.*, 1900, Bd. LXXXIII, nº 3 et *Bot. Centralblatt*, 1901, Bd. X, p. 182) parvint à révéler que *P. bromina* constitue des écidies sur *Symphytum officinale* et *Pulmonaria montana.*

Grove place toutes les rouilles brunes dans l'espèce *Puccinia dispersa* dans laquelle il range un certain nombre de sous-espèces. Sa classification est la suivante :

Puccinia dispersa (*sensu lato*) Eriksson et Henning.
1. *P. secalina nov. nom.*
2. *P. bromina* Eriksson.
3. *P. triticina* Eriksson.
4. *P. holcina* Eriksson.
5. *P. Agropyrina* Eriksson.
6. *P. Triseti* Eriksson.
7. *P. simplex* Eriksson et Henning.

PUCCINIA GLUMARUM Eriksson et Henning

Die Getreideroste, p. 141, 1896.

Noms vulgaires : France : Rouille jaune. — Grande-Bretagne : *Golden rust* (Rouille dorée), *Yellow rust* (Rouille jaune). — Allemagne et Autriche : *Gelbrost* (Rouille jaune). — Suède et Danemark : *Gulrost.* — Italie : *Ruggine striata del grano* (Rouille striée du Blé). — États-Unis : *Stripe rust* (Rouille en forme de raie).

Historique.

Cette Rouille fut signalée pour la première fois en Europe par Schmidt en 1827. Il décrivit ce champignon sous le nom de *Uredo glumarum.* Léveillé fit de cette Urédinée le *Trichobasis glumarum.* En 1894, Eriksson et Henning firent part de leur découverte du stade à téleutospores du champignon qu'ils firent ainsi passer dans le genre *Puccinia.* Il devint le *Puccini glumarum* (Schm.) Erikss. et Henning. Avant ce moment, la plupart des auteurs, et Plowright, en particulier, rangeaient ce champignon dans la grande espèce globale *Puccinia Rubigo-vera* (D. C.) Went., qu'Eriksson a démembré en *P. glumarum* Erikss. et Hennig, *P. dispersa* Erikss. et Hennig, *P. triticina* Erikss., *P. simplex* (Kern. Erikss. et Hennig, *P. bromina* Eriksson, *P. Agropyrina* Eriksson, *P. trisetti* Eriksson.

D'après H. B. Humphrey, C. W. Hungerford et A. G. Johnson (1), l'étude des herbiers révèle qu'avant 1894, certains spécimens de *P. glumarum* avaient reçu le nom de *P. graminis* ret de *P. coronata.*

Diagnose (d'après sydow).

(*Monographia Uredinearum* I. *Puccinia*, p. 706-707, Lipsiæ, 1904.)

Situées sur les deux faces des feuilles et sur les diverses pièces de l'épi, notamment à la face interne des glumes les sores urédosporifères sont jaune citron, petites, ont jusqu'à

1 millimètre de long, sont disposées en série linéaire, d'une longueur atteignant 7 centimètres et peuvent devenir confluentes. Les urédospores sont globuleuses, subglobuleuses ou largement ellipsoïdes, échinulées, jaunes 25 à 30 × 18 × 26. Souvent situées sur les deux face des feuilles, sur les tiges, sur lesquelles elles sont disposées en lignes les sores téleutosporifères sont éparses sur les épis. Sur ces organes, leur forme est oblongue, leur teinte obscurément brune ou noire et elles sont revêtues de l'épiderme Les téleutospores sont en forme de massue, elles ont un sommet soit arrondi, soit anguleux et conique ; elles sont étranglées au milieu et atténuées à la base. Leur paroi a une épaisseur généralement comprise entre 4 et 6 μ et atteignant parfois 10 μ. Les téleutospores sont lisses et de couleur brune, de 30 à 70 × 12 à 14 μ ; à pédicelle très court, presque nul, à paraphyses brunes, nombreuses.

Hab. sur les feuilles, les chaumes ou les épis de *Brachypodium sylvaticum; Bromus mollis; Calamagrostis epigieos; Elymus arenarius; Hordeum hexastichum*, *H. jubatum*, *H. vulgare; Secale cereale; Triticum caninum*, *T. compactum*, *T. dicococcum*, *T. desertorum*, *T. distichum*, *T. durum*, *T. giganteum*, *T. polonicum*, *T. repens*, *T. spelta*, *T. turgidum*, *T. vulgare* en Allemagne, Autriche, Hongrie, Suisse, Italie, France, Belgique, Hollande, Grande-Bretagne, Danemark, Norvège, Suède, Égypte, Amérique boréale, Japon.

A la liste d'hôtes fournie par Sydow doivent être ajoutées : *Ægylops, triuncialis* L. ; *T. monococcum, Dactylis glomerata.*

Sur *Hordeum murinum* existe une forme de *Puccinia Hordei* Fuckel dont les sores sont jaunes, plus petites que dans le *P. glumarum* typique, espèce à laquelle Grove tendait à la rattacher. Les Américains ont ajouté à la liste de Sydow un certain nombre d'espèces.

Eriksson distingue les formes spécifiques suivantes :

1. F. sp. *Tritici* sur *Triticum vulgare.*
2. F. sp. *Hordei* sur *Hordeum vulgare.*
3. F. sp. *Elymi* sur *Elymus arenarius.*
4. S. sp. *Agropyri* sur *Triticum repens.*
5. F. sp. *Secalis* sur *Secale cereale.*

Distribution du P. glumarum dans le Monde.

Europe : Suède, Norvège, Danemark, Belgique, France, Grande-Bretagne, Russie, Autriche, Russie ; Asie : Sibérie occidentale et peut-être orientale, Japon, Indes ; Afrique : Maroc, Algérie, Tunisie, Égypte ; Amérique du Nord (limitée à une faible partie du territoire situé dans la région occidentale des États-Unis).

Inconnu dans la plus grande partie de l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, la Nouvelle-Zélande, l'Australie.

Description de la Rouille jaune.

Aucun stade écidien n'a encore été révélé.

a. La Rouille jaune sur le Blé.

Sur les feuilles de jeunes semis, les spores à urédospores constituent des

groupements plus ou moins arrondis et elles ne semblent présenter aucune tendance à former des raies. En réalité, à cette phase de son développement, la Rouille due au *P. glumarum* ne se distingue de celle déterminée par le *P. triticina* que par une couleur d'un jaune moins foncé que dans le cas de cette dernière espèce. Sur les feuilles d'un plante plus âgée les spores à urédospores sont distribuées en série linéaire entre les faisceaux vasculaires et parallèlement à ces derniers. Ces sores forment ainsi de longues raies qui s'étendent parfois suivant une grande longueur, sont disposées en un nombre plus ou moins grand parallèlement les unes aux autres, et lorsqu'elles sont très rapprochées tendent à se fusionner. Ainsi se constituent parfois de véritables plaques de sores à urédospores.

En somme, toutes les dispositions s'observent, depuis la raie isolée (qui est tantôt fort courte, réduite à deux ou trois pustules, et tantôt longue de plusieurs centimètres) et le groupement de plusieurs séries linéaires dont l'ensemble constitue une plaque étroite ou large.

L'apparition des pustules est précédée et accompagnée d'une décoloration, qui s'observe soit autour de la plage infectée, soit dans le prolongement des lignes à urédospores, tout au moins lorsque ces dernières sont en voie d'extension. La couleur des sores à urédospores est jaune citron, lorsqu'elles sont encore couvertes par l'épiderme, et jaune orange lorsque ce dernier s'est rompu au-dessus d'elles.

Sur les gaines foliaires existent aussi des lignes de sores à urédospores, mais en nombre moindre, leur distribution est plus clairsemée que sur le limbe et elles sont moins apparentes que dans ce dernier cas.

Les chaumes sont eux-mêmes atteints.

L'attaque des épis est assez fréquente, surtout chez certaines variétés. Elle porte sur le rachis, les barbes, les glumes. La teinte normalement verte de ces derniers organes devient jaunâtre, par suite d'un déficit de chlorophylle dans les tissus affectés. Le nombre et la distribution de celles de ces dernières qui sont atteintes sont très variables suivant les cas. Les sores se développent presque exclusivement à la face ventrale (interne) de la glume. C'est dire qu'elles sont généralement plus ou moins cachées au regard par cette dernière, dont la transparence relative révèle cependant à l'observateur la présence des fructifications jaunes du champignon.

Nous sommes convaincus que dans de nombreux cas, on nomme échaudage ce qui n'est en réalité qu'une attaque de Rouille sur les glumes. Cependant, la présence du *P. glumarum* sur l'épi finit généralement par se traduire grâce à l'émission d'urédospores, dont certaines recouvrent la surface de celui-ci.

Les grains eux-mêmes peuvent être attaqués, et ils le sont à des degrés divers. Dans les cas les plus graves, ils sont ratatinés. Ces altérations de forme et de dimensions subies par les grains s'observent du reste même en l'absence d'une attaque directe et peuvent être la conséquence de l'action exercée par

la Rouille sur l'appareil végétatif de la plante. Lorsque le grain est envahi, les urédospores sont distribuées dans le péricarpe sous forme de poches caractéristiques.

Brun-noirâtre ou noires, les téleutospores peuvent se constituer sur les feuilles et les tiges, en lignées longues et étroites. Elles sont distribuées avec une certaine irrégularité à la face interne des glumes où elles forment des taches oblongues noirâtres.

Biologie et morphologie du parasite.

Sous des conditions météorologiques favorables, les urédospores conservent leur vitalité au cours de l'hiver et assurent ainsi le développement naturel de l'infection de printemps. Eriksson et Henning constatèrent que la germination des urédospores est facilitée après action des températures basses atteignant même celle de la gelée. D'après Hungerford, une prompte germination pourrait être obtenue, sans action préalable de températures inférieures à la normale. Ducomet a constaté que la faculté germinative des urédospores conservés ne dure qu'un mois. L'urédospore produit un tube germinatif lequel, d'un diamètre assez uniforme, ne se ramifie généralement pas, absorbe le pigment jaune contenu dans la spore et constitue dans l'ouverture stomatique un appressorium. De cet organe dérive le filament qui, pénétrant par l'ostiole et la chambre sous-stomatique, se glisse entre les cellules du mésophile, dans lesquelles il constitue des suçoirs, et entre lesquelles se forment des filaments mycéliens qui, se groupant en masses sous-épidermiques, fournissent des urédospores. Parfois accompagnées de paraphyses en forme d'hyphes ou incurvées les urédospores ont une forme variable, tantôt modérément échinulée, épaisse de 1 à 2 μ, pourvue de quatre pores germinatifs ou davantage, irrégulièrement disposés, difficilement visibles. Les dimensions des urédospores sont les suivantes, d'après Eriksson et Henning : 16 à 19 par 25 à 30 μ ; Grove : 18 à 26 par 28 à 30 μ ; H. S. Humphrey, C. W. Hungerford et A. G. Jonhson : 12,7 à 25,9 par 15,7 à 38,8 μ. D'après ces derniers auteurs, la moyenne évaluée par 10 000 urédospores varie entre 12,7 et 25,9 par 15,7 à 33,8 μ. La dimension des urédospores serait réglée dans une certaine mesure par leur position sur la feuille infectée. Elles seraient plus grandes à la base qu'au sommet.

Longtemps revêtues par l'épiderme, les téleutospores sont brunes, en forme de massue, resserrées au milieu, atténuées à la base, leur extrémité est arrondie, oblique ou conique. Lisse, l'exospore a une épaisseur qui varie entre 2 μ 1 et 3 μ 6 (au sommet).

Les dimensions des téleutospores sont les suivantes : d'après Eriksson et Henning 30 à 40 sur 16 à 24 μ ; Grove 30 à 70 μ sur 12 à 24 μ ; A. S. Humphrey, C. W. Hungerford et A. G. Jonhson 30 à 65 sur 12 à 27 μ. Portées

par des pédicelles courts, les téleutospores sont disposées en groupes entourés de paraphyses. Les téleutospores germent aussitôt qu'elles sont mûres.

Signalée en premier lieu par Eriksson et Henning, l'infection de la semence fut ensuite observée par Beauverie, par Blaringhem et en dernier lieu par H. S. Humphrey, C. W. Hungerford, A. G. Johnson. Elle porte sur le péricarpe et se traduit sous forme de poches mycéliennes, contenant soit des urédospores, soit des téleutospores, soit les deux catégories de spores.

Lorsque les conditions suivantes sont réalisées à l'arrière-saison : urédospores très répandues, état hygrométrique élevé, températures automnales assez basses, hôtes susceptibles présents, les jeunes semis d'automne peuvent être infectés un mois après l'emblavure. Eriksson a constaté que la forme urédinienne a supporté à l'automne de 1892 des froids de — 7° et — 9°,5 sans cesser de s'étendre. S'il est assez bien protégé en hiver pour que ses tissus ne soient pas tués, le mycélium est capable d'hiverner et de constituer de nouvelles urédospores au printemps. Cependant, il ne semble pas toujours y avoir de relation bien évidente entre l'attaque automnale et celle de printemps, laquelle paraît favorisée par une humidité continue et une température relativement basse.

Expérimentant dans le Wurtemberg, Lang, qui a attribué le début de l'invasion de printemps aux urédospores que le mycélium hivernant avait constituées à la fin de mars ou au début d'avril, montra que, dès le 15 mai, l'épidémie peut être grave et générale, pourvu que les conditions de milieu soient favorables. Il constate qu'un Blé semé en avril est infecté dès le milieu de mai. A Voronezh (Russie), en 1914, par un printemps relativement frais, mais dépourvu de gels et dégels périodiques, Litvinov vit germer les urédospores de *P. glumarum*, mais non celles de *P. triticina*. Ainsi fut assurée la grave épidémie de Rouille jaune qui sévit en Russie centrale durant l'été de cette année. Les Blés de printemps précoces furent plus fortement atteints que les tardifs. A Alberystwyth (Pays de Galles), Jankin et Sampson notèrent aussi une corrélation entre la date du semis et la sévérité de l'infection. Mais l'attaque la plus grave se serait produite sur les derniers Blés semés plus tôt que sur les premiers. Sans doute ces différences résultent-elles de celles qui existaient au printemps 1924 entre ces deux localités. Peut-être ces précoces attaques dans les semis de printemps sont-elles dues à des urédospores provenant d'un mycélium qui a hiverné dans les graminées ou dans les semis naturels. C'est notamment ce qui résulte d'essais réalisés par l'un de nous. Ainsi les conditions de milieu qui favorisent une infestation générale des semis durant les mois d'automne contribuaient-elles à assurer le départ d'une précoce invasion de printemps. Toutefois, ce sont les conditions, qui règnent à cette époque, qui influent sur l'intensité et la généralisation de l'attaque au cours de la campagne. Les données météorologiques que possèdent H. B. Humphrey, C. W. Hungerford, et A. G. Johnson n'expliquent pas

pourquoi le printemps de 1915 a été caractérisé par une forte attaque de Rouille, alors que celui de 1916 a été marqué par un faible développement de *P. glumarum*. De notre côté, nous avons constaté que *P. glumarum* fut plus intense dans la région de Montpellier en 1906 qu'en 1907, alors que le printemps de la première de ces années fut plus sec que celui de la seconde. Aux environs de Paris, *P. glumarum* fut plus intense en 1921, année sèche, qu'en 1922, année humide. En 1922, MEHTA a constaté que *P. glumarum* fut presque absent de Cambridge malgré l'humidité qui y régna.

BEAUVERIE paraît être dans le vrai en déclarant que *P. glumarum* est avant tout la Rouille des premiers stades de végétation et des repousses.

L'intensité d'attaque de cette Urédinée dépend dans une large mesure de l'état de la céréale au moment de la contamination.

Des modes de propagation et de perpétuation de P. Glumarum.

1° *HIBERNATION SOUS LA FORME ÉCIDIENNE*

Il se pourrait que l'écidie, qui n'a pas encore été découverte, existe cependant et joue un rôle que nous ne soupçonnons pas.

2° *HIBERNATION SOUS LA FORME MYCÉLIENNE*

Même dans les contrées septentrionales de l'Europe, la Rouille jaune peut hiverner sous cette forme, soit à l'intérieur de l'appareil végétatif d'une céréale, soit dans celui d'une graminée. ERIKSSON et HENNING, qui ont constaté la possibilité d'une telle survivance du mycélium, ne croient pas qu'il soit nécessaire à la perpétuation de l'Urédinée. ROSTRUP admet que l'hibernation sous la forme mycélienne est fréquente en Danemark où la Rouille jaune apparaît parfois peu après la fonte des neiges (mars). C'est l'époque où dans le climat moins rigoureux de la région parisienne se manifeste souvent la Rouille jaune. Pendant l'hiver 1924-1925, l'un de nous a constaté à Grignon que l'activité du *P. glumarum* sur les semis naturels n'a que momentanément été suspendue, mais non supprimée par les gelées. Les urédospores constituées sur ces semis naturels ont pu contaminer dès le mois de janvier des Blés d'automne. LANG déclare que dans le Wurtemberg. l'épidémie grave de printemps est assurée par l'abondance d'un mycélium hivernant qui constitue des urépospores à la fin de mars ou au début d'avril. H. B. HUMPHREY, C. W. HUNGERFORD et A. G. JOHNSON ont mis en évidence le rôle que jouent en Amérique certaines graminées qui hébergent le *P. glumarum*. K. MURASKINSKI a constaté que cette Urédinée peut franchir le rigoureux hiver d'Omsk (Sibérie) sous la forme d'un mycélium logé dans deux graminées : *Bromus unioloides* H. B. K. et *Elymus dahuricus* TUREZ.

3° *HIBERNATION SOUS LA FORME D'URÉDOSPORES*

Ces dernières subsisteraient à la surface de la plante ou du sol.

D'après Eriksson et Henning, les urédospores peuvent supporter de basses températures et qu'après avoir subi ces dernières, elles germent avec activité. Mehta montre que lorsqu'elles sont exposées à des températures de — 2°,5 à — 5°, les urédospores de *P. glumarum* conservent moins bien leur vitalité que ne le font celles de *P. triticina*. Klebahn n'est point parvenu à prouver expérimentalement que les urédospores de *P. glumarum* sont capables d'hiverner. L'un de nous a constaté que, conservées à sec, les urédospores retiennent leur faculté germinative durant un mois.

4° *LE CHAMPIGNON HIVERNERNERAIT A L'INTÉRIEUR DES GRAINS*

Eriksson et Henning décrivent et figurent des groupes d'urédospores et téleutospores logés dans le péricarpe. Mais le premier de ces auteurs considère ces faits comme rares et sans intérêt. Tel n'est pas l'avis de J. Beauverie qui attire l'attention sur la fréquence de l'infestation des semences de certaines graminées. D'après ce savant, l'hibernation devrait pouvoir plus facilement qu'à l'air libre s'effectuer sous l'abri protecteur du péricarpe. Les essais de germination d'urédospores intraséminales ayant abouti à des résultats négatifs, J. Beauverie se pose à ce sujet les questions suivantes : les spores ne se trouvent-elles pas dans une situation défavorable à l'époque où la graine subit cette déshydratation générale qui précède la vie ralentie? D'autre part, ces spores ne pourraient-elles intervenir à l'arrière-saison pour assurer la contamination d'automne?

5° *LA PROPAGATION SERAIT ASSURÉE PAR DES URÉDOSPORES EXISTANT A LA SURFACE DES GRAINS*

Nous nous demandons si les infestations primaires ne seraient pas, dans bien des cas, assurées par des urédospores, lesquelles existent parfois en grand nombre à la surface des grains. Ces dernières n'infecteraient sans doute pas directement la plante, mais tombées à la surface du sol au moment du semis, ou bien entrainées dans les couches superficielles de la terre, elles pourraient ensuite être projetées avec des particules de cette dernière ou isolément sur les plantes qu'elles infecteraient.

PUCCINIA TRITICINA Erikss.

(*In Ann. sc. nat.* sér. VIII, 1899, IX, p. 270.)

Noms vulgaires. — En France, cette Rouille est généralement connue sous le nom de Rouille brune ou orangée.

Dans les pays de langue anglaise, cette Rouille est le plus souvent désignée sous les noms de Orange rust. A cette appellation les Américains substituent souvent celle de Leaf-rust, qui tient à ce que le *P. glumarum* n'existant pas dans la plus grande partie des États-Unis, la *P. triticina* est la seule Urédinée dont l'attaque porte surtout sur les feuilles.

Historique.

Rappelons que l'espèce *Puccinia Rubigo-vera* a été en 1894 scindée en deux par les soins d'Eriksson et Henning, qui créèrent les espèces *P. glumarum* (Rouille jaune) et *P. dispersa* (Rouille brune) dans cette dernière, ils placèrent la Rouille du Blé aussi bien que celle du Seigle ; cependant, dès cette époque, ces auteurs distinguèrent la Rouille brune du Blé comme une forme spéciale (*forma specialis*) *Tritici* de *P. dispersa*. Comme de Bary avait démontré que la Rouille brune du Seigle était en connexion avec les écidies portées par *Anchusa*, Eriksson supposa qu'une relation du même ordre devait exister dans le cas de la Rouille brune du Blé. Ayant placé des basidiospores prises sur Blé sur *Anchusa officinalis* et *A. arvense*, il n'obtient aucune infection. Ce fut aussi le cas lorsque des écidiospores d'*Anchusa* furent portées sur le Blé. Les essais d'infection à partir de téleutospores prises sur le Blé et placées sur *Nonnea rosea*, *Myosotis arvensis*, *M. alpestris*, *Symphytum asperinum* et *Pulmonaria officinalis*, espèces de Borraginées voisines d'*Anchusa*, aboutirent à un échec. Comme résultat de ses cultures, Eriksson conclut que la Rouille brune du Blé était une espèce distincte à laquelle il donna le nom de *P. triticina* (1899).

Nous verrons plus loin que les essais d'infection pour découvrir l'hôte écidien de *P. triticina* ont été effectués par plusieurs chercheurs ; dont certains ont fini par obtenir le résultat cherché.

Diagnose (D'après Sydow).

(*Monographia Uredineatum*, I. *Puccinia*, p. 716-717, Lipsiæ, 1904.)

Sores urédosporifères, amphigènes, souvent épiphylles, éparses, oblongues, médiocres, ferrugineuses. Urédospores globuleuses ou subglobuleuses, échinulées, jaunes, 20 à 27 μ de diamètres. Sores téleutosporifères hypophylles ou culmicoles, éparses, souvent disposées en série sur le chaume, oblongues, recouvertes de l'épiderme, noires. Téleutospores en forme de massues oblongues, à sommet arrondi souvent obtusément et obliquement anguleuses, à peine ou peu épaissies, légèrement étranglées au milieu, atténuées à la base, lisses, brunes 30 — 45 = 12 — 20 μ ; pédicelle court ; paraphyses brunâtres nombreuses.

Hab. sur les feuilles et les tiges de *Triticum compactum*, *T. dicoccum*, *T. spelta*, *T. vulgaris* en Allemagne, Autriche, Hongrie, Italie, France, Belgique, Hollande, Grande-Bretagne, Danemark, Norvège, Suède, Russie, Amérique boréale.

Eriksson fournit sur la biologie de cette Urédinée les renseignements suivants qui viennent compléter la définition de l'espèce :

« On trouve la forme *Urédo* dans le brin de Blé d'automne un à deux mois après l'ensemencement. Elle apparaît en taches éparses, en général un peu plus abondamment que dans le brin du Seigle d'automne. Pendant les années 1890-98, la forme est apparue de nouveau dans le champ d'expériences

au printemps suivant, dans le cours de la première quinzaine de juillet, quelquefois pourtant un peu plus tôt (en 1890, le 19 juin ; en 1892, le 15 juin, et en 1893, le 26 juin), Dans le Blé de printemps, j'ai observé les premières taches d'*Uredo* une à deux semaines plus tard que dans le Blé d'automne, même si ces deux sortes de Froment sont cultivées l'une à côté de l'autre, vers la fin de juillet ou le commencement d'août (en 1893, le 18 juillet ; en 1896, le 22 juillet ; en 1897, le 2 août, et en 1898, le 15 août).

« La forme *Puccinia* paraît une à deux semaines après celle *Uredo* et comme cette dernière presque exclusivement sur le limbe de la feuille, certaines années (par exemple 1898) en très grande abondance. Quelquefois cette forme apparaît pourtant abondamment même dans les graines et les pailles. Cela est arrivé au champ d'expériences en 1896 et j'ai attribué ce fait à la chaleur intense qui a régné cet été là (Eriksson, VIII, 245-247 ; tir. 1-3).

« Des expériences faites en 1896, font croire qu'il y a probablement aussi pour cette forme une disposition interne pour ce champignon, différente dans les diverses sortes de Froment (Eriksson, VIII, 248-248; tir. 4-5). Une telle supposition est aussi soutenue par les expériences de l'été 1898. »

Distribution du *P. triticina* dans le monde.

Cette Rouille est connue dans les diverses parties d'Europe. En France elle n'apparaît généralement avec évidence qu'en juin et précède le plus souvent de quelques jours l'attaque de *P. graminis.* Elle passe pour être moins grave que les deux autres Urédinées. Cependant, elle sévit avec intensité certaines années et dans certaines régions, notamment semble-t-il dans le Sud-Ouest. Étant donnée l'époque relativement tardive à laquelle elle se montre, elle ne détermine généralement pas grands dégâts sur les céréales précoces. D'après Grove, cette Rouille est assez abondante en Angleterre sous la forme urédo pour déterminer des dégâts sérieux certaines années.

La Rouille brune ou Rouille des feuilles, paraît être très répandue aux États-Unis et sans doute dans une grande partie de l'Amérique.

Le *P. triticina* existe aux Indes où ce champignon apparaît avant les deux autres Urédinées qui attaquent le Blé.

D'après Butler, *P. triticina* a été noté à Pusa dès les dernières semaines de novembre, alors que le Blé avait cinq à six semaines d'existence. Mais c'est là un cas exceptionnel et cette Rouille n'est souvent pas visible avant le début de janvier. Généralement les téleutospores ne sont pas constituées aux Indes. Toutefois, ils apparaissent certaines années.

La Rouille brune du Froment sévit actuellement en Australie où Mac Alpine suppose qu'elle a été importée.

Description de la Rouille brune du Blé.

Les sores à urédospores s'observent sur les feuilles, dont ils peuvent occuper l'une ou l'autre des faces. La gaine, la tige, les épis ne sont qu'assez rarement attaqués par ce champignon. Par leur disposition dispersée aussi bien que par leur couleur brun rougeâtre ou rouge orangé, les sores à urédospores se distinguent très nettement de celles de *P. glumarum*, dont on a vu la description. Les sores à téleutospores sont noires. Elles se constituent sur la feuille et parfois sur la tige.

Nous verrons plus loin ce qui a trait à l'écidie.

Morphologie et biologie du parasite.

Les urédospores sont semblables en taille et en dimension à celles de *P. glumarum*, mais ont une paroi brunâtre. L'infection se produit comme dans les autres formes, mais la vésicule sous-stomatale est sphérique ou elliptique et les hyphes ressemblent à celles de *P. graminis*, plutôt qu'à celles de *P. glumarum*. Les sores à téleutospores sont subdivisées en de nombreux compartiments par l'interposition de paquets de paraphyses.

Cette Rouille apparaît dès l'automne sur les jeunes plantes. C'est ce qu'Eriksson et Henning ont constaté en Suède. Depuis le 25 octobre jusqu'à la fin de l'année 1924, l'un de nous a vu à Grignon le *P. triticina* constituer ses urédospores sur des semis naturels. Sur un hybride de Blé de Miracle et le Blé de Mont Hermon semé au Jardin botanique de Grignon, le *P. triticina* s'est montré le 5 janvier un peu plus d'un mois après le *P. glumarum*. Une période froide de novembre, au cours de laquelle le thermomètre s'abaissa trois nuits de suite au-dessous de — 5° a permis de constater qu'il suffisait de transporter en serre des Blés repiqués pour qu'au bout de deux ou trois jours se produise un réveil de *P. triticina* (apparition de nouvelles sores, déhiscence des anciennes), ce réveil s'effectuait d'ailleurs plus lentement que dans le cas de *P. glumarum*. A la fin de décembre 1924, Schad a trouvé des urédospores de *P. triticina* à Belfort où la température est cependant rigoureuse. On sait que Mehta a démontré qu'exposées à de basses températures les urédospores de *P. triticina* conservent mieux leur vitalité que ne le font celles de *P. glumarum*.

Mais cette attaque d'automne et d'hiver est généralement assez faible. Aussi passe-t-elle aisément inaperçue. Le plus souvent, ainsi que nous l'avons vu, l'invasion annuelle de *P. triticina* est assez tardive : juin. Dans nos contrées, elle se produit après celle de *P. glumarum* et avant celle de *P. graminis*. Les téleutospores se constituent le plus souvent sur les feuilles, plus rarement sur les tiges ou les gaines. Ces spores existent fréquemment en mélange avec les téleutospores de *P. glumarum* qui n'ont généralement pas un alignement

aussi parfait que celui des urédospores. Aussi la confusion entre téleutospores de *P. glumarum* et de *P. triticina* est-elle possible lorsque les deux rouilles existent sur la même feuille, ce qui est fréquent.

Des modes d'hibernation de *Puccinia triticina.*

Au sujet des modes d'hibernation de *P. triticina*, on en est réduit aux hypothèses :

1° *HIBERNATION, SOUS LA FORME MYCÉLIENNE, DU STADE A URÉDOSPORES*

Il n'est pas impossible que dans certains pays : Europe méridionale et occidentale, Australie, Sud des Etats-Unis, le champignon arrive à franchir la mauvaise saison sous la forme d'un mycélium producteur d'urédospores. L'existence de ce mode de perpétuation en Amérique du Nord a notamment été démontrée par Bolley, Citchhock et Carleton.

Cependant, il est des contrées où soit la rigueur de l'hiver (Nord de l'Europe, de l'Amérique, etc.), soit l'intensité de la sécheresse (Indes), arrêtent complètement pour un temps la végétation de l'Urédinée. Quelle est alors l'origine de l'invasion qui succédera à la disparition de la Rouille? Nombre d'hypothèses ont été émises pour essayer d'expliquer l'apparition très précoce de la Rouille dans des régions ou soit les urédospores, soit le mycélium ne sont pas susceptibles d'hiverner. Il semblerait possible que des spores puissent être transportées par le vent en d'autres régions du monde.

2° *HIBERNATION SOUS LA FORME MYCOPLASMATIQUE*

L'hypothèse formulée par Eriksson fournit une explication de cette hibernation.

3° *HOTE ÉCIDIEN*

Rappelons que Nielssen (1877) déclare avoir, à partir des écidiospores pris sur *Anchusa officinalis*, obtenu des inoculations à la fois sur le Seigle et sur le Blé. Plowright aurait infecté à l'automne de 1885 l'*Anchusa arvensis* en plaçant au voisinage de cette plante des pailles portant *Puccinia Rubigo-vera.* Après les travaux d'Eriksson et Henning, les résultats de Nielssen et Plowright furent attribués à des cultures impures.

Cependant, Klebahn a essayé, d'ailleurs sans succès, d'inoculer une foule de plantes avec les sporidies des téleutospores de *Puccinia triticina.*

Les échecs obtenus avec la famille des Borraginées ont amené d'autres travailleurs à porter leur attention vers d'autres familles.

A la suite de ses études morphologiques, ARTHUR est arrivé à la conclusion que *Puccinia triticina* pouvait avant tout être considéré comme une race de *P. Agropyri*, qu'ARTHUR et FROMME ont placé dans l'espèce collective *Diacœoma Clematitis* (D. C.) ARTHUR. Des recherches effectuées en Europe aussi bien qu'en Amérique avaient démontré que plusieurs races de cette espèce collective étaient en relation avec *Clematis*. Dans ces conditions, ARTHUR supposa que l'hôte écidien pouvait être soit *Clematis flammula*, soit *Clematis vitalba*, car ces dernières se trouvent être les seules espèces de *Clematis* que l'on trouve dans les régions de cultures de Blé de l'Europe méridionale, du Nord de l'Afrique et de l'Asie occidentale, régions qui étaient alors considérées comme le lieu probable d'origine du Blé sauvage. Ce fut sans succès qu'ARTHUR essaya de contaminer *Clematis flammula* avec des téleutospores de *P. triticina*, qui avaient hiverné.

Cependant, de nombreuses cultures faites avec des Rouilles du type *P. Agropyri* avaient démontré les relations de ces dernières avec diverses espèces de *Thalictrum*.

H. S. JACKSON et E. B. MAINS ainsi que ED. FISCHER et EUG. MAYOR ont résumé les relations qui ont été établies.

1. *P. persistens* PLOWRIGHT sur *Agropyrum repens* et *Thalictrum flavum* (essais de PLOWRIGHT).
2. *P. borealis* JUEL sur *Agrostis borealis* et *Thalictrum alpinum* (essais de JUEL).
3. *P. Elymi* WASTEND sur *Elymus arenarius* et *Thalictrum minus* (essais de ROSTRUP). FISCHER considère comme tout à fait identique un *Puccinia* sur ELYMUS spec. provenant du Transbaikalien et avec laquelle W. TRANZSCHEL a infecté *Thalictrum minus*.
4. Un *Puccinia* (qui se rapporte au *P. persistans*) sur *Poa nemoralis* (var. *firmula*) et *Thalictrum aquilegifolium minus* et *fœtidum* (d'après les essais d'Ed. FISCHER).
5. Un *Puccinia* sur *Agropyrum caninum* et *Thalictrum majus* (essais de LIRO).
6. *P. alternans* ARTHUR sur *Bromus Porteri* et *Th. diocecum* et *Th. sparsiflorum* (essais d'ARTHUR).
7. *P. obliterata* ARTHUR sur *Agropyrum* spec. et *Thalictrum alpinum* (essais d'ARTHUR).
8. Un *Puccinia* sur *Agropyrum cristatum* et *Thalictrum minus* (essais de W. TRANSCHEL).
9. *P. Cockerelliana* BETHEL sur *Festuca Thurberi* et *Thalictrum dioicum*.
10. *Puccinia* (désigné sous le nom de *P. Agropyri*) sur *Elymus canadensis*, *E. virginicus*, *Agropyrum tenerum*, *A. Richardsoni* aussi bien que *Thalictrum dasycarpum* (comprenant deux formes biologiques différant d'après les essais de P. FRASER).
11. *P. Thalictri Distichophylli* sur *Trisetum distichophyllum*, sur *Thalictrum fœtidum* (essais de ED. FISCHER et EUG. MAYOR).

Suivant l'opinion de E. FISCHER et de EUG. MAYOR plusieurs espèces de ces groupes montrent une étroite relation entre le choix de leurs hôtes et la répartition géographique de leurs plantes nourricières.

H. S. JACKSON et E. B. MAINS entreprirent de rechercher l'écidie de P. *triticina*. Ils furent guidés dans leurs études par les considérations suivantes : 1° morphologiquement la Rouille brune du Blé présente d'étroites analogies

avec celle du Seigle. Dans ces conditions il paraissait vraisemblable que l'hôte écidien de *P. triticina* pouvait être constitué par certaines Boraginées. Puisque les espèces d'*Anchusa* n'avaient donné que des échecs, sans doute était-il tout indiqué de les laisser de côté et d'expérimenter avec d'autres plantes de cette famille par exemple avec *Symphytum officinale* et *Pulmonaria montana*, hôtes de *P. bromina* ERIKSS. rouille brune des Bromes, très voisine de celle du Seigle.

2° ARTHUR avait attiré l'attention sur la similitude qui existe entre la rouille brune du Blé et un groupe d'Urédinées qui constituent leurs écidies sur diverses Renonculacées, attaquent diverses graminées, et sur la base de faibles variations morphologiques ont été répartis entre diverses espèces.

Puccinia persistans PLOW. ; *P. perplexans* PLOW. ; *P. Agropyri* ARTHUR ; *P. alternans* ARTHUR.

Grâce à des cultures effectuées en serre, H. S. JACKSON et E. B. MAINS ont infecté diverses espèces de *Thalictrum* avec des sporidies provenant de la germination de téleutospores de *P. triticina*. Différents degrés de susceptibilité, se révélèrent. Tandis que *Thalictrum occidentale* paraissait doué d'immunité, sur *T. dasycarpum* et *T. polygamum* se produisirent occasionnellement un développement de pycnides. L'inoculation de *T. angustifolium*, *T. aquilegifolium*, *T. dioicum*, *T. minus*, *T. minus adiantifolium*, *T. polycarpum* n'aboutit qu'à la formation de pycnides, avec occasionnellement un faible développement d'écidies, tandis que dans d'autres cas aucune infection ne se produisit. Deux espèces indéterminées de *Thalictrum*, aussi bien que *T. Delavayi* et *T. flavum*, lorsqu'ils furent inoculés, montrèrent un vigoureux développement d'écidies. Aucune infection n'a pu être obtenue sur des espèces d'*Aconitum*, *Actaea*, *Anemone*, *Aquilegia*, *Cimifuga*, *Clematis*, *Delphinium*, *Echium*, *Hepatica*, *Hydrophyllum*, *Impatiens*, *Mertensia*, *Myosotis*, *Ornithogalum*, *Phacelia*, *Camassia*, *Ranunculus*, *Trollius*.

A cause de sa morphologie et ses rapports avec ses hôtes, *P. triticina* est considéré comme ayant une relation trés étroite avec *P. persistens*, *P. borealis*, *P. alternans*, *P. obliterata*, *P. Elymi* et *P. Agropyri*, mais peut être distingué de ces Rouilles par son étroite adaptation au Blé.

DUCOMET et SCHAD ont repris l'étude de cette question.

Le cycle de développement complet a été réalisé par eux en serre dans l'espace de cinquante-deux jours, d'après la formule E 28 + U 9 + T 15 :

a. En partant de téleutospores qui avaient hiverné sur paille abandonnée à l'air libre, les écidies de *Thalictrum glaucum*, visibles dix-huit jours après l'inoculation, ont commencé à s'ouvrir huit jours plus tard, pour disséminer largement leurs spores au bout de vingt-huit jours ;

b. En partant des écidiospores formées sur *Thalictrum*, les urédospores ont été obtenues sur Blé au bout de neuf jours ;

c. Les sores à téleutospores ont été notés quinze jours après l'éruption des urédospores.

Quel rôle peut-on attribuer au *Thalictrum* dans la propagation du *P. triticina* en France? Nous relevons dans la Flore de l'abbé Coste les noms des espèces de *Thalictrum* qui existent dans notre pays et les stations qu'il indique :

Thalictrum aquilegifolium L. (Pigamon à feuilles d'Ancolie) : bois et ravins des montagnes : Jura, Alpes, Plateau Central, Cévennes, Corbières et Pyrénées. Presque toute l'Europe montagneuse ; Asie septentrionale.

T. macrocarpum Gren. (Pigamon à gros fruit) : rochers calcaires des Pyrénées occidentales et centrales. Espèce spéciale aux Pyrénées françaises.

P. tuberosum L. (Pigamon tubéreux) : lieux secs et rocailleux, dans les Corbières et les Pyrénées. Espagne.

T. alpinum L. (Pigamon des Alpes) : pâturages des hautes montagnes : Alpes du Dauphiné et de la Provence ; Pyrénées orientales et centrales.

T. fœtidum L. (Pigamon fétide) : coteaux rocailleux des hautes montagnes, Alpes de Savoie, du Dauphiné et de la Provence ; Pyrénées orientales ; Europe centrale ; Asie centrale et septentrionale.

T. minus L. (Petit pigamon) : coteaux, bois, champs, dans presque toute la France. Europe, Asie, Afrique, Amérique boréale.

T. flavum L. (Pigamon jaune) : prés humides, fossés, marais, dans presque toute la France. Europe, Asie occidentale ; Algérie.

T. mediterraneum Jord (*T. flavum*, var. *angustifolium* G. G.) (Pigamon méditerranéen), fossés, lieux humides du littoral méditerranéen, de Nice aux environs de Montpellier ; Corse, Espagne ; Italie.

T. gallicum Rouy et Fouc. (Pigamon de France) : haies et taillis aux bords du Rhône près de Lyon ; Doubs à Montbéliard ; Savoie à Chambéry.

T. simplex L. (*T. alpicolum* Jord) (Pigamon simple) : prairies et pâturages, alpins, dans les Hautes-Alpes et les Alpes-Maritimes. Europe, depuis la Scandinavie jusqu'aux Alpes italiennes et au Caucase ; Sibérie.

T. Bauhini Crantz (*T. angustifolium* G. G.) (Pigamon de Bauhin) : lieux humides, rivières dans l'Est : Rhône, Doubs, Drôme, Savoie, Alsace. Europe centrale et orientale.

Nous voyons que les espèces qui sont les plus répandues sont *T. minus* et *T. flavum* L.

Leur fréquence et surtout l'abondance de l'écidie sont-elles telles qu'on soit en droit de considérer que les hôtes écidiens jouent un rôle important dans la propagation de la maladie?

Nous n'osons l'affirmer.

Variétés résistantes au *P. triticina*.

Leo E. Melchers et John H. Parker ont établi que, dans leurs essais, les trois variétés suivantes se sont montrées douées de résistance dans le Kansas. Ce sont :

Kanred P. 762 (C. I. 5146) (Kansas nº 2401) ;

P. 1066 (C. I. 5879) (Kansas nº 2415) ;

P. 1068 (C. I. 5880) (Kansas nº 2114).

PUCCINIA DISPERSA Eriksson et Henning.

(*Die Getreideroste*, p. 210 et in *Ber. Deutsch. Bot. Gesel.*, 1894, p. 31.)

Noms vulgaires. — France : Rouille brune du Seigle, Rouille dispersée. — Grande-Bretagne, Amérique : Brown rust of Rye. — Allemagne : Braun rost der Rogens.

Historique

De Bary a établi (1867) le fait qu'*Anchusa arvensis* et *A. officinalis* sont des hôtes écidiens de cette Urédinée. Plus tard, Nielssen (1877) infecta le Seigle avec des écidiospores prélevés sur *Anchusa officinalis*. En plaçant des pailles de Seigle rouillé au voisinage immédiat d'*Anchusa arvensis*, Plowright (1889) a déterminé la formation d'écidies sur cette plante. Eriksson (1899) a pu infecter *Anchusa arvensis* et *A. officinalis* avec *P. dispersa* prélevé sur Seigle, mais il n'a obtenu aucune infection sur *Myosotis alpestris* F. W. Schmidt, *Symphytum asperum* Lepechin (*S. asperinum* Donn.) et *Pulmonaria officinalis* L. et seulement des pycnides sur *Nonnea rosea* Link. Il constata qu'en semant des écidiospores prélevés sur *Anchusa* il obtenait la production d'urédospores sur le Seigle, mais non sur les autres plantes hôtes inoculées. C'est de cette époque que date sa définition de l'espèce *P. dispersa*. Les expériences de Klebahn (1904) vinrent confirmer celles d'Eriksson. Aux États-Unis, Arthur (1909 et 1916) infecta *Lycopsis arvensis* L. (*Anchusa arvensis*) avec des téleutospores de *P. dispersa* prélevées sur le Seigle. Dans un cas il n'obtient qu'un petit nombre de pycnides, dans un autre de nombreuses pycnides et de rares écidies. Il est, croit-il, possible ou du moins assez probable que l'explication du faible développement des écidies réside dans une diminution de la vigueur de la Rouille américaine du Seigle, qui se propage par ses seules urédospores, car, pratiquement, les hôtes écidiens de cette espèce font défaut en Amérique. Grâce à leurs essais d'infection, E. B. Mains et H. S. Jackson (1924) ont constaté qu'aux États-Unis *P. dispersa* constitue des écidies sur certaines espèces d'*Anchusa* : *A. officinalis*, *A. capensis*, et occasionnellement sur *Nonnea rosea*, où seules des pycnides ont pu être observées. Une infection naturelle d'*Anchusa capensis* a montré que cette plante doit avoir une certaine importance dans la propagation de la maladie.

Diagnose (D'après Sydow).

(*Monographia Uredinearum. Puccinia*, p. 709-712, 1904.)

Ecidies le plus souvent logées dans les feuilles sur la face inférieure desquelles elles viennent s'ouvrir, mais parfois situées sur les calices et fruits. Ces fructifications, qui constituent des taches orbiculaires ou suborbiculaires, jaune ou rouge fauve, ont la forme d'une coupe, à bord retourné, découpé. Les écidiospores sont globuleuses ou subglobuleuses, légèrement verruqueuses, orangées de 20 à 26 µ de diamètre.

Les sores à urédospores sont surtout situés à la face inférieure des feuilles. Ils sont disposés sans ordre apparent, ils sont petits ou moyens, oblongs, ferrugineux. Les urédospores sont globuleuses ou subglobuleuses, échinulées, jaunes, de 22 à 28 µ de diamètre.

Les sores à téleutospores sont situées soit à la face inférieure des feuilles, soit sur des gaines. Elles sont éparses ou finissent par devenir agrégées, oblongues, couvertes par l'épiderme, noires. Les téleutospores sont en massue, leur sommet est arrondi ou rétréci en une pointe obtuse et oblique ; elles sont peu épaisses, légèrement étranglées au milieu, atténuées la base. Elles sont lisses, brunâtres. Elles ont 40 à 50 µ × 12 à 20 µ. Leur pédicelle est court. Elles sont accompagnées de paraphyses légèrement brunes et nombreuses.

Ecidies sur *Anchusa angustissima*, *A. arvensis*, *A. Barrelieri*, *A. hybrida*, *A. italica*, *A. ochroleuca*, *A. officinalis*, *A. undulata*. Urédospores et téleutospores sur les feuilles et es gaines vivantes de *Secale cereale*, *S. montanum*, en Allemagne, Autriche, Hongrie, Suisse,

Italie, France, Portugal, Belgique, Hollande, Grande-Bretagne, Danemark, Norvège, Suède, Russie, Serbie, Roumanie, Asie Mineure, Amérique boréale.

Morphologie et biologie du champignon.

D'après Grove, les sores à urédospores sont généralement épiphylles ou bien en plus petit nombre hypophylles, elles ont 1 à 2 millimètres de long, elles sont éparses sans ordre, rarement confluentes, oblongues ou punctiformes, de couleur rouille ou ocre sale, devenant plus pâle. Cette teinte spéciale est due au fait que la membrane de la spore est brunâtre non hyaline, alors que le contenu en est orange. A maturité, la membrane de la spore devient du reste distinctement brunâtre. Les pores germinatifs qui sont au nombre de 7 à 10 épars sur toute la surface sont à peine perceptibles sur les spores immatures ou non traités. Mais ils le deviennent si on exerce sur ces dernières une pression suffisante entre le porte-objet et le couvre-objet. Ces pores sont également visibles dans une spore mûre et vide. Grove attribue à l'urédospore une dimension de 16 à 28 μ.

Les sores à téleutospores sont hypophyles, ou plus rarement situés sur les gaines, éparses ou légèrement et irrégulièrement agrégées, rarement disposées en lignes distinctes, petites, oblongues, noires couvertes par l'épiderme. La téleutospore est oblongue ou en massue, tronquée, arrondie ou obtusément ou obliquement pointue, par-dessus légèrement épaissie vers le haut, faiblement étranglée au milieu, plus étroite vers le bas, lisses, brunes. Seule la partie supérieure de la paroi est légèrement épaissie et châtaigne pâle, le reste de cette dernière est assez mince et pâle ; il y a généralement aussi une bande brun-châtaigne au sommet du pédicelle. D'après Grove, la téleutospore a 35 à 56 sur 12 à 23 μ. Le pédicelle est court. De nombreuses paraphyses, prismatiques, à parois épaisses, brunâtres entourent les sores et les subdivisent parfois.

D'après de Bary, les téleutospores germent après avoir hiverné. Mais ce savant n'indique pas en quel lieu les téleutospores, avec lesquelles il a expérimenté, ont passé la mauvaise saison. Il déclare que les écidies se rencontrent depuis le printemps jusqu'à la fin de l'été et même en janvier lorsque l'hiver est doux.

Cependant, d'après Eriksson, en Suède, les téleutospores de *P. dispersa* se développent et germent pendant la même saison. Suivant cet auteur, les téleutospores commencent à germer aussitôt qu'elles sont parvenues à maturité, c'est-à-dire vers le milieu de juillet. Les écidies se constituent depuis le commencement d'août jusqu'à la fin septembre. Eriksson a constaté que, suivant qu'elles ont hiverné à l'intérieur ou bien à l'extérieur d'une maison, les téleutospores perdent ou non la faculté de germer au printemps.

E. B. Mains et E. S. Jackson se sont rendu compte qu'en Amérique, les téleutospores sont capables, après avoir hiverné à l'extérieur, de germer au printemps suivant.

Mode de perpétuation et de propagation que possède le *P. dispersa.*

Les graminées spontanées jouent-elles un rôle?

Il doit être nul si, comme l'affirme Eriksson, le *P. dispersa* n'a pas d'autres hôtes que les espèces du genre *Secale.*

*L*P. dispersa *est-il susceptible de se propager par la semence?*

Aucune preuve n'a été donnée de sa propagation dans la semence et sous a forme mycélienne.

Eriksson est amené à supposer que la forme écidienne peut se maintenir chez l'*Anchusa* à l'intérieur de la semence.

Le P. dispersa *est-il capable d'hiverner sous la forme mycélienne ou sous celle à urédospore?*

Eriksson indique qu'en Suède le *P. dispersa* apparaît en automne un à deux mois après le semis pour ne se montrer ensuite qu'en juin de l'année suivante. Il ne semble y avoir aucun lien entre l'attaque de l'arrière-saison et celle du printemps.

Quelle est l'importance du rôle joué par l'hôte écidien?

Les observations qu'Eriksson a effectuées en Suède (environs de Stockholm) l'amenèrent à considérer que le *P. dispersa* peut se maintenir dans l'un aussi bien que dans l'autre de ses hôtes. Malgré la fréquence des écidies en Scanie, Eriksson n'y a constaté qu'un seul cas d'attaque automnale grave du Seigle.

PUCCINIA SIMPLEX (Korn) Erikss. et Hennig.

(*Die Getreideroste*, p. 238, 1896.)

Noms vulgaires. — France : Rouille naine de l'Orge. — Grande-Bretagne et Amérique : Dwarf Crown rust of Barley. — Allemagne : Zwergrost der Gerste, Gerstenrost.

Historique

D'après Winter, cette forme fut distinguée pour la première fois par Kornicke en l'an 1865 sous le nom de *Puccinia straminis*, variété *simplex.* Dix ans plus tard, Nielssen l'a décrite comme *Uromyces Hordei* et en l'an 1876 Rostrup dans le *Von* Thumen's *Harbarium mycologicum œconomicum* 451 la désigna sous le nom de *P. anomala.* Généralement, on considère comme synonyme de celui-ci le *P. Hordei* Fuckel, qui doit cependant être une autre espèce, car le principal caractère de *P. simplex*, — celui des téleutospores qui sont pour la plupart unicellulaires, — ne se présente pas dans l'espèce de Fuckel. La description de Fuckel amène à supposer qu'il s'agit peut-être plutôt de la forme de *P. glumarum* se développant sur l'Orge.

Diagnose (*d'après* Sydow).

(*Monographia Uredinearum*, I. *Puccinia*, p. 756-757, Lipsiæ, 1904.)

Sores et urédospores sur les deux faces de la feuille, éparses, petites, punctiformes, jaunes. Urédospores subglobuleuses ou ellipsoïdes, échinulées, jaunes, 19 à 24 μ de diamètre ou 22 à 27 sur 15 à 20 μ.

Sores à téleutospores situées soit sur les deux faces de la feuille, soit plus souvent encore, sur les tiges. Ces sores sont épars, petits, punctiformes, souvent oblongs et confluents, couverts par l'épiderme, noirs.

Les téleutospores sont de deux types : 1° les téleutospores bicellulaires, en massue, au sommet arrondi ou atténué en une pointe oblique à paroi ayant une épaisseur de 4 à 8 μ, lisses, brunes, 40 à 54 × 16 à 24 μ ; pédicelles légèrement brun, court ; 2° des téleutospores intermédiaires souvent très nombreuses, asymétriques, oblongues, ou légèrement en massue, de forme variable, à sommet épaissi (4 à 10 μ), 25 à 45 × 16 à 24 μ. Les téleutospores sont accompagnées de paraphyses, brunes, épaissies à leur extrémité.

Vit sur les feuilles et les chaumes de *Hordeum distichum*, *H. hexastichum*, *H. secalinum*, *H. vulgare*, *H. zeocrithum*, en d'autres termes, spécialisées aux Orges cultivées et sauvages.

Le stade écidien de la Rouille foliaire de l'Orge : *Puccinia anomala* Rostr. (*P. simplex* Korn., Erikss. et Hennig.) est resté inconnu jusqu'au moment où Tranzschel, travaillant en Russie en 1914, sema des téleutospores sur des plantes d'*Ornithogalum umbellatum* L., *O. narbonense* L., *Muscari botryoides* (L.) Mill., *M. tenuiflorum* Tausch., *Scilla sibirica* Andr. et *Alium angulosum* L. De ces inoculations résultèrent la formation des écidies sur *Ornithogalum umbellatum* et en petit nombre sur *O. narbonense.* D'autres plantes demeurèrent non infectées. Des écidiospores provenant de *O. umbellatum* furent déposées sur *Hordeum vulgare* L. produisant des urédospores et des téleutospores.

E. B. Mains et H. S. Jackson ont effectué des essais en Amérique.

De la paille d'Orge très chargée de téleutospores de la Rouille foliaire de l'Orge fut récoltée à Washington D. C., Blacksgurg Va. et Mont Vernon Wash. durant l'été de 1921. Une partie de cette paille a été disposée pour l'hivernation, tandis qu'une autre partie avait été disséminée à la surface de petites parcelles sur lesquelles des bulbes d'*Ornithogalum umbellatum* avaient été plantés. Lorsqu'elles furent placées en serre le 24 mars 1922, les téleutospores germèrent et furent déposées sur des plantes d'*Ornithogalum.* Des infections furent obtenues dans tous les cas, des pycnides apparurent le 4 avril, suivis par des écidies qui se sont développés le 18 avril. A partir de ces cultures des écidiospores furent ensemencées sur Orge ; et produisirent des urédospores typiques de *Puccinia anomala.* Les groupes de plantes d'*Ornithogalum umbellatum*, autour desquelles avait été répandue de la paille, montrèrent aussi des infections. Des pycnides apparurent vers le 15 avril, suivis d'écidies. Le 18 mai, des urédospores se développèrent sur l'Orge cultivé au voisinage des plantes d'*Ornithogalum* qui portaient des écidies.

PUCCINIA CORONATA Corda.

Noms vulgaires. — France : Rouille couronnée. — Grande-Bretagne, Amérique, Crown-rust. — Allemagne : Kronenrost.

Diagnose (*d'après* Sydow).

(*Monographia Uredinearum. Puccinia*, p. 692-703, Lipsiæ, 1904.)

Ecidies situées à la face inférieure du limbe ou placées sur le pétiole, déterminant des macules jaunes ou d'un jaune pourpre. Parfois isolées et irrégulièrement distribuées, ces

fructifications constituent souvent des groupements arrondis. Au point où elles se présentent, limbes et pétioles subissent des torsions. Les écidies sont de formes cylindriques, à bord blanchâtre, lacérées, révolutées. Les écidiospores sont anguleuses ou gobuleuses, pourvues de petites verrues, orangées. Elles ont 16 à 25 × 12 à 20 μ.

Sores à urédospores sur les deux faces des feuilles ; éparses ou disposées en séries, parfois confluentes, petites, plus ou moins oblongues, pulvérulentes, orangées ; urédospores globuleuses, subglobuleuses ou ovales, échinulées, jaunes, 20 à 30 × 16 à 24 μ, pourvues de 3 à 4 spores de germination, entremêlés d'un petit nombre de paraphyses.

Sores téleutosporifères le plus souvent irrégulièrement distribuées à la surface de la feuille, parfois confluentes, oblongues ou linéaires. D'abord couvertes par l'épiderme, ensuite nues et noires ; téleutospores en forme de massue (à sommet aplati et pourvues d'une couronne de dents vaguement aiguës), peu ou pas étranglées au milieu, atténuées à la base, lisses, brunes, 35 à 60 × 12 à 22 μ, à pédicelle court, épais.

Hab. Ecidies sur les feuilles et les pétioles de *Rhamnus cathartica* et *R. frangula.* Urédospores et téleutospores sur feuilles de *Agrostis alba*, *A. stolonifera*, *A. vulgaris ; Calamagrostis arundinacea*, *C. lanceolata ; Holcus lanatus*, *H. mollis ; Phalaris arundinacea ;Triticum repens* en Europe, Amérique boréale, Asie, Australie.

Toutes les Puciniées à teleutospores pourvues d'une couronne et qui sont parasites des graminées ont d'abord été réunies sous le nom de *Puccinia coronata* par Corda. C'est vraisemblablement par suite d'une erreur que cet auteur décrit cette espèce sur *Frangula albida* où elle n'a jamais été rencontrée depuis lors. En 1865, de Bary montra que la Rouille couronnée est hétéroïque. Les sporidies provenant de la germination de téleutospores de Rouilles couronnées fournirent des tubes germinatifs qui pénétrèrent à la fois dans les feuilles de *Rhamnus frangula* et dans celle de *R. cathartica.* On ne sait rien sur la nature et l'origine du matériel infectieux employé par de Bary.

Cependant, Nielssen et Plowright émirent l'opinion que ce qu'on entend par *Puccinia coronata* Corda ne correspond pas à une espèce unique.

Figuré par Westenforp, le *P. coronata* var. *Lolii* Bellynk et, décrit par Preuss, le *P. serrata* avaient une couronne à pointes très émoussées, tandis que celles du *P. coronata* avaient des dentelures très aiguës.

Les nombreuses espèces de graminées qu'on sait être des plantes nourricières de la Rouille couronnée sont réparties par Klebahn en deux séries : la première qui constitue ses écidies sur *Rhamnus frangula*, c'est le *P. coronata* Corda, la seconde qui les forme sur *R. cathartica*, c'est le *P.coronifera* Klebahn. Une seule exception se présente au cours des essais : le matériel prélevé sur *Holcus lanatus* lui permit d'infecter les deux espèces de *Rhamnus*.

Plus tard, Eriksson subdivisa les deux espèces en quatre séries comme suit :

Série I. — Ecidies sur *Rhamnus cathartica*, *R. elacoides*, *R. grandiflora*, *R. alnifolia* (*Puccinia coronifera* Klebahn) (*P. Lolii Nuls*).

Série II. — Ecidies sur *Rhamnus frangula* (*P. coronata* (Corda) Klebahn.

Série III. — Ecidie sur *Rhamnus dahurica* (*P. coronata*, var. *himalensis* Barclay).

Série IV. — Ecidie inconnue, stade à urédospores sur *Melica nutans*.

Basée sur la nature des hôtes écidiens cette classification repose donc sur des données biologiques plutôt que sur des morphologiques. Cependant

Eriksson a mis en évidence certains caractères de cette dernière catégorie. C'est ainsi que, tandis que chez *P. Lolii*, les téleutospores ont une tendance à se grouper en anneaux autour des sores à urédospores, chez *P. coronata*, les téleutospores sont très inégalement distribuées. De plus, dans le cas de la première espèce, l'épiderme de l'hôte revêt plus longtemps les téleutospores, qu'il ne le fait en ce qui concerne la seconde de ces sortes. Des paraphyses existent dans les sores à urédospores de *P. coronata*.

Dans *P. coronata* Corda, Eriksson distingue les formes suivantes :

1. F. sp. *Calamagrostisis* sur *Calamagrostis arundinacea* et *C. lanceolata* (mal fixé).
2. F. sp. *Phalaridis* sur *Phalaris arundinacea*.
3. F. sp. *Agrostidis* sur *Agrostis vulgaris* et *A. stolonifera*.
4. F. sp. *Agropyri* sur *Agropyrum repens*.
5. F. sp. *Holci* sur *Holcus mollis* et *H. lanatus*.
6. F. sp. *Epigaei* sur *Calamagrostis epigæios* (mal fixé).

La classification des Rouilles couronnées des genres *Briza*, *Bromus*, *Festuca*, *Poa*, *Ægylops*, *Molinia*, etc., n'a pas été établie par Eriksson.

Dans *P. Lolii* Niels. (*P. coronifera* Klebahn), Eriksson distingue les formes suivantes :

1. F. sp. *Avenæ* sur *Avena sativa*.
2. F. sp. *Alopecuri* sur *Alopecurus pratensis*, *A. nigricans*.
3. F. sp. *Festucæ* sur *Festuca elatior*.
4. F. sp. *Lolii* sur *Lolium perenne*.
5. F. sp. *Glyceriæ* sur *Glyceria aquatica*.
6. F. sp. *Holci* sur *Holcus lanatus*.

Cependant, Muhlethaler propose une classification légèrement différente. Il ajoute trois formes à la série 1 d'Eriksson et il crée une espèce *P. alpinæ-coronata*. Il n'inclut que trois formes spécifiques dans le cadre de *P. coronata* (Corda) Krebahn. La classification de Muhlethaler est la suivante :

I. *Puccinia coronifera* Kleb. — Ecidies sur des espèces de *Rhamnus* du groupe *Cervispina* un *Rh. Imeretina*.

1. F. sp. *Avenæ*.
2. F. sp. *Alopecuri*.
3. F. sp. *Festucæ* sur *Festuca elatior*, *F. arundinacea* (Suisse), *gigantea*, *varia*, *alpina*.
4. F. sp. *Lolii* sur *Lolium remotum*, var. *aristatum*, *L. temulentum*, *L. perenne*, *L. rigidum*, *L. italicum*, *Festuca elatior*. En Suisse, n'est pas nettement séparée de la f. sp. *Festucæ*.
5. F. sp. *Glyceriæ*.
6. F. sp. *Agropyri*.
7. F. sp. *Epigaei*.
8. F. sp. *Holci*.
9. F. sp. *Bromi* nov. f. sp. sur *Bromus erectus*, *B. erectus* var. *condensatus*, *B. inermis*, *B. sterilis*, *B. tectorum*, *B. secalinus*, *B. commutatus*, vraisemblablement aussi *B. asper*.

II. *Puccinia himalensis* Barcl.) Diet. — Ecidies sur *Rh. dahurica*, téleutospores sur *Brachypodium silvaticum*.

III. *Puccinia Alpinæ-coronata* nov. sp. — Ecidies sur des espèces du groupe *Espina* aussi bien que sur *Rh. Purshiana* D. C. Téleutospores sur *Calamagrostis varia* et *C. tenella*.

IV. *Puccinia coronata* (CORDA) KLEB. — Ecidies sur les groupes *Frangula* et *Alaternus* aussi bien que sur *Rh. Imeretina*.

1. F. sp. *Calamagristis*.
2. F. sp. *Phalaridis* de f. sp. *Calamagrostis*, qui n'est pas étroitement fixée.
3. F. sp. *Agrostis*, qui d'après ERIKSSON se rattache à f. sp. *Holci* et f. sp. *Agropyri*.

V. — *Puccinia coronata* CORDA. F. sp. *Melicæ*. Ecidie inconnue.

Les rouilles couronnées de l'avoine furent en Amérique l'objet de nombreuses recherches de la part d'ARTHUR et HOLWAY (1898), CARLETON (1904), ARTHUR (1905-1912-1916). W. P. FRASER (1924) et MELHUS, qui avec le concours de plusieurs collaborateurs fit d'importantes études sur cette question. Voici quelles sont les conclusions de ces recherches :

La Rouille couronnée (*Puccinia coronata* CORDA) sur Avoines (*Avena sativa*) et *Calamagrostis canadensis* est en mesure de constituer ses écidies sur toutes les espèces américaines de *Rhamnus*. Elle les forme aussi sur les deux espèces importées : *R. cathartica* et *R. frangula*.

On a décrit aux États-Unis au moins sept espèces indigènes de *Rhamnus* : *R. lanceolata*, *R. alnifolia*, *R. caroliniana*, *R. cathartica*, *R. Frangula* et *R. purshiana*. Basée sur les hôtes écidiens, la subdivision de *P. coronata* CORDA en deux espèces : *P. coronata* CORDA et *P. coronifera*, telle qu'elle a été effectuée par KLEBAHN et la répartition de ces deux espèces en quatre séries, suivant la classification d'ERIKSSON, ne s'appliquent pas à l'Amérique. Du reste, dans cette contrée, les diverses espèces de *Rhamnus* ne sont pas toutes également susceptibles au stade écidien.

Dans ses essais, MELHUS a, avec la Rouille couronnée de l'Avoine, obtenu des écidies normales sur *R. cathartica* et *R. lanceolata*, dont la première est d'origine étrangère et la seconde indigène.

Dans les régions agricoles des États-Unis, parmi les graminées qui sont susceptibles de servir d'hôtes à la Rouille couronnée, les quatre espèces les plus communes sont : *Avena sativa*, *Calamagrostis canadensis*, *Lolium perenne* et *Holcus lanatus*.

La forme de Rouille couronnée (*Puccinia coronata* CORDA) sur *Avena sativa*, n'est ni très spécialisée et n'est ni étroitement adaptée à une série d'hôtes. MEHLUS a constaté que les espèces dont il a reconnu la susceptibilité à cette Rouille se rangent dans six tribus de graminées, représentant 16 genres :

Les formes de Rouille couronnée sur *Avena*, *Calamagrostis*, *Lolium* et *Holcus* peuvent, dans certaines conditions, utiliser le même hôte, mais manifestent divers degrés d'infection.

Avena sativa serait un hôte commun, qui serait infecté à divers degrés par toutes les formes de Rouille couronnée étudiées.

Telles sont les conclusions auxquelles est parvenu MELHUS.

S. M. Dietz a également étudié la question des rapports qui existent entre la Rouille couronnée et les espèces du genre *Rhamnus.*

Il a constaté que le *Rhamnus cathartica*, qui est très répandu dans la partie septentrionale et orientale des États-Unis, porte communément des écidies de *Puccinia coronata* Corda et est parfois l'origine de graves épidémies de Rouille couronnée.

L'auteur ne croit pas que le *Rhamnus lanceolata*, cependant la plus répandue des espèces indigènes des États-Unis, joue un grand rôle dans la dispersion de la maladie. En effet, si il porte souvent des écidiospores, cet arbuste est, dans la plupart des cas, situé au voisinage des cultures et d'autre part il pousse dans une région où l'hibernation s'effectue fort bien sous la forme d'urédospores.

S. M. Dietz n'attribue non plus pas une grande importance au rôle joué par celles des autres espèces de *Rhamnus* qui croissent en Amérique.

W. P. Fraser rappelle qu'Arthur a placé les formes couronnées de *Puccinia* sur diverses graminées et les écidies sur *Rhamnus*, *Eleagnus* et *Lepargyrea* sous le nom de *Puccinia coronata.*

Des recherches de W. P. Fraser, il résulte que l'Avoine n'a été infectée ni par les écidiospores prélevées sur *Eleagnus communata*, ni par celles provenant de *Lepargyrea canadensis* (L.) Green. Cet auteur a montré que, tandis que les écidiospores prises sur *Rhamnus alnifolia* n'infectent que faiblement l'Avoine, les spores extraites des écidies de *Rhamnus cathartica* donnent un puissant développement de *Puccinia coronata* sur Avoine.

Biologie du Parasite.

D'après Melhus, la température minima de germination des urédospores de la Rouille couronnée est de 1° C., l'optimum 17° à 22° C. et le maximum 35° C. L'optimum de température pour la croissance du tube germinatif est de 20° C.

La germination des urédospores de la Rouille couronnée s'effectue en contact direct avec l'eau. Une atmosphère saturée ne fournit pas assez l'humidité pour assurer la germination. Les spores qui flottent sur une lame d'eau germent mieux que celles immergées dans l'eau et c'est pour cette raison qu'une plus forte infection peut être obtenue lorsque les spores sont projetées sur des plantes mouillées plutôt que lorsqu'elles sont appliquées en suspension dans l'eau.

L'eau n'est pas seulement essentielle pour assurer la germination des urédospores, mais l'humidité de l'air dans laquelle elles sont produites influence dans une certaine mesure leur capacité pour la germination. Alors que par exemple une humidité de 50 p. 100, donne 45 p. 100 de germination, une atmosphère voisine de la saturation en fournit 53 p. 100. Cette différence dans le pourcentage de germination n'est pas due aux changements que l'humidité

détermine dans les spores, mais bien plutôt au fait qu'en atmosphère humide, tranquille, les spores mûres demeurent plus longtemps dans les sores.

Melhus a cherché à établir les relations entre l'âge des spores et leur vitalité. Il constate qu'alors que le second jour après l'apparition des sores la germination des spores est pauvre, le troisième jour elles ont acquis une maturité suffisante pour donner une bonne germination. A partir de cette époque, les spores donnent un pourcentage de germination qui reste constant jusqu'à la mort de la feuille qui les porte. A partir de ce moment commence un rapide déclin du pourcentage de la germination. Dans le cas où les spores sont constituées avec rapidité et à profusion par de jeunes semis de 10 à 20 centimètres de haut, les feuilles sont bientôt épuisées par le champignon et le pourcentage de germination des spores décroît rapidement. Lorsqu'au contraire l'infection est moins dense, le champignon vit et constitue pendant longtemps des spores douées de vitalité. Règle générale, au delà de dix à douze jours après le début de la sporulation, il n'est pas possible de récolter de bonnes spores mûres.

Il est intéressant de comparer l'infection des semis avec celle des plantes plus âgées. Ces dernières ne sont pas aussi rapidement tuées que les semis et elles assurent au parasite la possibilité de mûrir ses urédospores pendant longtemps. En somme, lorsque l'hôte est rapidement tué, le parasite est incapable de mûrir toutes ses spores ou de continuer à en porter un plus grand nombre. Il est par suite évident que la maturité des spores est importante à considérer pour qui étudie les facteurs qui sont en relation avec la germination.

Melhus a voulu vérifier l'assertion de Schaffnit, qui a déclaré qu'à moins que des spores aient, avant d'être détachées de leur support, acquis une maturité interne, elles ne peuvent pas germer et qu'une maturité complète n'est obtenue qu'en atmosphère calme et à température élevée : 20° à 25° C.

Melhus prit à la fois des spores mûres et des non mûres et les mit en réserve à des températures de 6°, 13°, 20° et 30°.

Au bout de trois jours, 35 p. 100 de germination à 30° et 15 p. 100 aux températures inférieures. Au cinquième jour, les conditions furent sensiblement les mêmes, avec cette différence que le pourcentage de germination fut accru. Il est tout à fait significatif de constater qu'à 13°, 20° et 30°, les spores ont montré décidément un accroissement de germination au bout de cinq à sept jours. Ceci indique que non seulement les spores mûrissent lorsqu'elles sont détachées de la plante, mais qu'aussi des transformations, qui exigent un certain temps, jouent un plus grand rôle dans la maturité que ne le fait la température. On doit aussi noter que 20 p. 100 des urédospores ont germé après avoir été maintenues cinquante-cinq jours à 13° C.

La température minima de germination des urédospores est très voisine de 1° C., l'optima se place vers 20° C., et la maxima à 30° C. La courbe de tem-

pérature est aplatie au sommet et il y a peu de faibles différences dans le pourcentage de germination entre les températures de 16° et 23° C. Au total, la courbe est régulière et s'accorde avec les prévisions de la loi de Van Hoff.

Les données relatives aux températures cardinales, en ce qui concerne la croissance du tube germinatif, sont en rapport étroit avec celles de la germination.

Des modes de perpétuation et de propagation que possède la Rouille couronnée de l'Avoine.

Relations entre les graminées spontanées et l'épidémie de Rouille. — D'après les observations qu'Eriksson a faites en Suède, les graminées spontanées, qui ne portent pas la forme spécifique de l'Avoine, ne joueraient dans ce pays aucun rôle dans la propagation de la Rouille couronnée de cette céréale.

Nous avons vu que Melhus a montré que la Rouille couronnée de l'Avoine n'est pas très étroitement spécialisée et qu'elle peut passer sur nombre de graminées. Ces dernières doivent, sans aucun doute, jouer un grand rôle dans la propagation de la maladie.

Hibernation sous la forme de mycélium et d'urédospores. — Christman à Madison (Wisconsin), a constamment obtenu des germinations d'udérospores prises sur l'Avoine pendant tout un hiver où la température s'est rarement élevée au-dessus de zéro. D'après les expériences, le mycélium de *P. coronata* offrirait une résistance au froid qui serait égale à celle que posséderait l'Avoine elle-même.

Hibernation sous la forme mycoplasmatique. — Eriksson ne croit pas pouvoir expliquer autrement que par cette théorie la persistance de la Rouille couronnée pendant les hivers froids qui règnent en Suède.

Du rôle des Bourdaines (Rhamnus) *dans la propagation de la Rouille couronnée.* — Étant donné que d'après Eriksson, les écidiospores viables ne sont pas transportées à plus de 30 mètres de la Bourdaine, sur laquelle ils se sont constitués, le rôle que joue cet arbuste dans la dispersion de la maladie ne saurait être que très restreint.

Aux États-Unis, S. M. Dietz a constaté dans certains cas que l'Avoine peut être infectée à une distance d'au moins un mille d'un pied de Bourdaine, qui porte les écidies. Melhus estime que *R. cathartica* et *R. lanceolata* doivent jouer un rôle dans la propagation de la Rouille couronnée de l'Avoine.

Au contraire, S. M. Dietz n'attribue d'importance qu'à la première de ces espèces.

COMMENT PEUT-ON APPRÉCIER LA RÉSISTANCE QU'UN BLÉ OFFRE AUX ROUILLES ?

On ne peut espérer apprécier la résistance que si la céréale est contaminée. Comment parvenir à assurer cette contamination ?

Des divers modes de contamination.

A. La contamination naturelle est la seule qui entre en jeu dans la plupart des champs de sélection. Or cette contaminatiou est soumise à toutes sortes d'aléas. Si d'une manière générale les trois Rouilles qui attaquent le Blé ne font jamais complètement défaut et si elles se succèdent, semble-t-il, à peu près toujours dans le même ordre : *P. glumarum ; P. triticina ; P. graminis*, l'époque à laquelle chacune d'elles apparaît, l'importance relative de chacune de ces Urédinées, la part d'action qui peut leur être attribuée dans les dégâts, varient largement d'une année à l'autre. La comparaison de deux campagnes successives comme 1923 et 1924 est très suggestive à cet égard.

De récentes observations dues à Mehta permettent d'expliquer dans une certaine mesure la raison de la succession annuelle des Urédinées dans l'ordre que nous venons d'indiquer.

Cet auteur qui a travaillé aux environs de Cambridge (Angleterre) a constaté que les exigences thermiques de ces trois parasites sont bien différentes. Tandis que *P. glumarum* s'accommode fort bien des basses températures en moyenne (optimum 12°,275), *P. triticina* réclame des températures plus élevées, et *P. graminis* prospère particulièrement bien à 19°,385. Tandis que *P. graminis* se développe mieux à 29°, 30° C., qu'à 2 ou 3° C., c'est l'inverse pour *P. triticina* et *P. glumarum.* Ce dernier ne fournit que 5 p. 100 de germination à 22° C., 23° C. et une germination à 29°, 30° C. Toutes ces Rouilles germent bien à des températures comprises entre 5° et 20° C.

Les invasions relativement précoces de *P. glumarum* et de *P. triticina* s'expliqueraient par le fait que ces Urédinées se maintiennent à l'état végétatif ou d'urédospores pendant tout l'hiver sous le climat de l'Angleterre. Au contraire, *P. graminis* ne s'observe pas pendant cette saison et sa première apparition résulte de contaminations par les écidiospores.

L'infection des jeunes semis est suivie d'une période d'incubation assez longue, dont l'exacte durée varie avec l'espèce de Rouille et dépend aussi des conditions de climat, surtout de celles de température.

Suivant qu'une Rouille se manifeste tôt ou tard, elle trouve la céréale à une phase plus ou moins avancée de végétation. Le Blé est sans doute plus accessible à la maladie à certains stades qu'à d'autres et, d'autre part, les dégâts sont vraisemblablement généralement d'autant plus grands que l'attaque a été plus précoce et a duré plus longtemps.

On constate que certaines céréales, qui sont abondamment rouillées lors des invasions précoces, ne le sont pas lorsque l'Urédinée ne sévit que tardivement. Elles échappent donc parfois à la Rouille, vis-à-vis de laquelle on ne peut cependant pas les considérer comme résistantes. L'absence ou le peu de gravité d'une attaque de l'Urédinée ne doit donc pas être envisagée comme marquant une faible sensibilité vis-à-vis de cette dernière. Aussi, avec les

méthodes de contamination naturelle, l'interprétation est-elle difficile à donner. On constate la présence en grande ou faible abondance, ou bien encore l'absence de telle Rouille sans pouvoir rien conclure de précis au point de vue de la sensibilité ou de la résistance.

On peut arriver à tirer un meilleur parti du système des contaminations naturelles : 1° en multipliant le nombre des stations dans lesquelles on expérimente et en les plaçant dans des milieux aussi variés que possible ; 2° en semant à diverses époques les Blés sur lesquels on expérimente.

Quoi qu'il en soit, cette méthode, qui ne permet pas de réaliser les conditions de l'expérience et de se rendre maître de ces dernières, présente tous les inconvénients des systèmes régis par le hasard.

Pour éviter de tout attendre de ce dernier, les Américains ont recours aux contaminations artificielles.

Méthodes des contaminations artificielles dans le champ.

Voici comment procède le professeur E. C. Stakman. Il commence par déterminer quelles sont les formes biologiques de Rouille qui existent dans la région. Il y parvient par des méthodes qui sont exposées ailleurs. Une fois ces formes biologiques reconnues, il inocule les Blés avec ces dernières. Les céréales sur lesquelles il se propose d'expérimenter (sélections, hybrides) sont placées dans des parcelles spéciales. L'inoculation est entreprise aussitôt que les céréales ont quelques centimètres de haut. Quelques inoculations sont faites à la main sur certaines plantes de manière à assurer un premier développement de la Rouille. Ensuite les urédospores de cette dernière sont répandues avec un grand pulvérisateur contenant une quarantaine de litres d'eau. Pour bien faire, il faut déverser sur la céréale un grand nombre de spores des diverses formes biologiques connues. Les pulvérisations doivent être effectuées un jour et non l'autre. On opère surtout le soir lorsque la rosée recouvre les plantes. Cette méthode permet de réaliser chaque année une très forte épidémie. Pour compléter ce travail, on fait un choix parmi les hybrides et variétés, qui, dans le champ, ont paru manifester le plus de qualités et on inocule en serre avec diverses formes biologiques de Rouille les céréales qui ont été choisies. Nous donnons, au sujet de *P. graminis*, la méthode d'inoculation en serre qui a été suivie.

Comment apprécier l'intensité de l'attaque d'une rouille sur un Blé déterminé.

Cette évaluation de l'intensité de l'attaque est certainement un problème des plus délicats, qui a été fort bien étudié par Naoumow au travail duquel nous renvoyons le lecteur, qui ne trouvera ici que les conclusions du savant russe.

En résumé, l'idée complexe de l' « intensité de l'attaque » se réduit à une série de conceptions subordonnées, notamment, la fréquence de l'attaque de la plante, la nature des parties atteintes et le degré de l'attaque.

L'étude des types variés d'invasions des plantes par les cryptogames permet d'entrevoir les rapports qui existent entre ces conceptions.

Supposons un cas que l'on trouve parfois réalisé, quand la culture dont on s'occupe est constituée d'une série de parcelles offrant une résistance inégale ; chaque parcelle consiste en un nombre suffisamment grand d'individus de la même variété et tous susceptibles au même degré ; supposons ensuite que les conditions du milieu extérieur agissent uniformément en tous les points du champ (les cultures des céréales offrent un exemple se rapprochant d'un cas pareil) ; on verra, en examinant ces parcelles, qu'à mesure que diminue le degré de l'attaque de certaines parties déterminées de la plante, le nombre des parties atteintes baisse aussi ; bien plus, le nombre des plantes envahies décroît lui aussi ; d'où l'on déduit la règle que la fréquence de l'attaque d'individus donnés dépend d'un certain mode de fréquence de l'attaque des organes, et que ce dernier dépend également du degré de l'attaque. En résumé, n est fonction de x et x est fonction de d.

Les rapports exacts de ces facteurs, qu'on vient d'entrevoir à peine, sont encore à établir; ils doivent faire l'objet d'une étude spéciale que nous abandonnons aux mathématiciens, puisque la question se résoud en un simple problème de mathématique dont l'objet seul est du domaine de la Pathologie végétale ; sans y insister davantage, nous croyons possible d'admettre l'hypothèse qu'entre les facteurs nommés, exprimés en moyennes, il existe un rapport direct. Notre problème se décompose en une série consécutive de questions partielles, conformément au nombre des facteurs (d, x, m, N). On peut se représenter le plan du problème dans sa forme la plus générale, comme il suit ; nous ferons observer toutefois que pour se servir des indications obtenues ici, il est indispensable de se mettre préalablement d'accord sur certains points essentiels, savoir : établir d'avance le degré de précision désiré pour calculer chacun des résultats partiels ; assigner une valeur numérique au symbole de l'échelon inférieur (le degré de l'attaque).

La forme la plus générale de la proposition se présente ainsi, à notre avis : sont données comme connues : d, x, m, N, etc ; la quantité à trouver est « le degré de l'attaque de la culture » (d'un champ par exemple, etc.).

Eléments connus.

1. Degré de l'attaque d'une partie donnée (par exemple nombre de pustules à urédo sur une feuille donnée .... p
2. Nombre des feuilles atteintes.......... x
3. Nombre total des parties (feuilles) atteintes.............................. m
4. Nombre des plantes atteintes dans une parcelle (champ) donnée............... N
5. Nombre total des plantes............. N'

Eléments à trouver.

Degré de l'attaque de feuille en moyenne

$$= \frac{p^1 + p^2 + p^3 + p^x}{x}.$$

F. Degré de l'attaque de l'individu en moyenne

$$= \frac{F\,x = P}{m}.$$

P. Degré moyen de l'attaque d'une parcelle (champ) $= \frac{F\,x\,N'}{m\,N} = \frac{N' - A}{N}$.

En continuant de raisonner de cette manière il sera probablement possible de déterminer le degré de l'attaque moyenne pour une série de parcelles : A Q', Q étant le nombre total des parcelles et Q' le nombre des parcelles atteintes.

Si toutes les plantes sont infectées, N' = N et A devient égal à $\frac{F\,x = - P}{m}$.
Si toutes les feuilles sont infectées, $x = m$, et P = F : la valeur moyenne du degré de l'attaque de la plante est égale à la valeur moyenne du degré de l'attaque de la feuille ; de plus, A devient égal à F : le degré de l'attaque du champ est égal à la valeur moyenne de l'infection de la feuille.

Naoumow nous montre quels sont les éléments qui doivent être pris en considération et qui doivent nous servir à établir notre évaluation. Après avoir analysé le phénomène, il faut effectuer une synthèse des données ainsi obtenues, laquelle nous fournira la note globale qui traduit le degré d'attaque.

Voyons à quelles difficultés se heurtera le travailleur qui entreprendra cette étude.

Tout d'abord dans les parcelles les plus homogènes elles-mêmes, on peut constater de notables différences suivant les individus. Or, comme on ne peut pas noter à part chacun de ces derniers, on devra soit se laisser guider par une impression d'ensemble, qui n'est jamais très précise et peut induire en erreur, soit se baser sur une évaluation portant sur un certain nombre de plantes, sur chacune desquelles s'exercera un examen de détail.

Mais cet examen doit lui-même porter sur toutes les parties de la plante, qui doivent être successivement passées en revue.

Il faudrait par exemple évaluer l'intensité d'attaque sur chacune des feuilles, sur la tige, sur l'épi.

Comment faire cette évaluation? En comptant le nombre des pustules? Naoumow estime que cette méthode est à la fois la moins compliquée et la plus sûre, dans le cas de *P. triticina* et de *P. dispersa*. D'après lui, un œil exercé peut facilement estimer le nombre des pustules, sans les compter, à une dizaine près. En admettant que ce comptage soit possible, donne-t-il une indication assez précise sur l'intensité de l'attaque? Strictement non, car les pustules n'étant pas d'égale dimension n'ont pas toutes la même valeur.

Faut-il chercher à établir quelle est la surface recouverte par les pustules? Ce serait certainement préférable, mais on conçoit combien cette opération serait longue et délicate. Cependant, c'est la méthode que NAOUMOW préconise dans le cas de la Rouille jaune (*P. glumarum*) où on pourrait, dit-il, nommer intensité d'attaque la superficie des parties atteintes de la feuille, exprimées par rapport à la superficie entière du limbe.

Mais alors même qu'on arriverait à établir ce rapport avec précision, obtiendrait-on du même coup, la mesure de l'intensité d'attaque? Ce n'est pas absolument certain, car il n'est peut-être pas tout à fait démontré qu'il y ait une relation définie entre le développement du mycélium à l'intérieur des tissus et celui des pustules à l'extérieur.

On connaît depuis MARSHALL WARD les taches d'hypersensibilité qui résultent de la mort d'un petit groupe de cellules tuées par une Urédinée qui, incapable de vivre en saprophyte, succombe à son tour au milieu de ces éléments mortifiés. On connaît aussi les taches nécrotiques qui correspondent à des attaques plus étendues, non accompagnées de production de spores. Lorsqu'on considère une ligne d'urédospores de *P. glumarum*, on s'aperçoit souvent qu'elle est prolongée par une décoloration linéaire, qui, en s'estompant graduellement, va peu à peu mourir dans le vert foncé de la feuille. Lorsqu'une feuille a subi une attaque récente de *P. triticina* et de *P. graminis*, il n'est pas rare de voir autour des urédospores une décoloration plus ou moins étendue du limbe. Ces décolorations (linéaires dans le cas de *P. glumarum* ; circulaires ou ovales en ce qui concerne *P. triticina* et *P. graminis* sont dues à l'action (1) d'un mycélium qui a envahi des régions dans lesquelles il n'a pas encore constitué d'urédospores.

On voit donc que la répartition des pustules ne correspond pas rigoureusement à celle du mycélium, et que la surface occupée par ces dernières ne peut pas nous donner d'indication précise sur l'extension de filaments mycéliens dans les tissus.

De plus, si dans les taches jeunes, les pustules n'échappent généralement pas à l'observation, il n'en est pas toujours de même sur les portions de la feuille qui sont attaquées depuis longtemps. Dans ces régions, les vieilles pustules qui ont émis une grande partie de leurs urédospores deviennent peu visibles et n'apparaissent que difficilement sur le fond jaunâtre des tissus en partie desséchés qui les portent.

Mais parviendrait-on à établir la topographie des régions envahies par le mycélium et à mesurer la superficie de ces dernières, que ces données, laborieusement acquises, ne fourniraient sans doute pas d'indication bien précise sur l'importance des dégâts subis du fait de l'attaque de rouille. Nous savons que dans certains cas l'Urédinée tue les cellules situées à son contact et ne peut

(1) Il est vrai que cette action peut s'exercer à une certaine distance du point où se trouve le mycélium.

plus progresser (taches d'hypersensibilité), que dans d'autres cas elle agit moins brutalement, et peut alors cheminer au milieu d'éléments cellulaires qu'elle ménage dans une certaine mesure. La cellule parasitée par l'Urédinée peut donc tantôt succomber à ses coups, tantôt être plus ou moins gravement affectée.

Comment arriver à apprécier la gravité du mal subi par la cellule? On ne saurait y parvenir que par des études cytologiques. Il faudrait employer des méthodes qui permettraient de mettre successivement en évidence les diverses modifications subies par les divers éléments constituants de la cellule (noyau, protoplasme, vacuome, plaste, chlorophylle, matière de réserve). On pourrait par exemple recourir aux techniques des professeurs Dangeard d'une part, Guillermond d'autre part. Des travaux de cette nature sont longs et difficiles, ils ne peuvent donc être entrepris qu'à l'occasion d'un petit nombre de sujets d'étude bien choisis. La généralisation que l'on est ensuite amené à essayer de tirer des résultats acquis au cours de très laborieuses recherches est toujours délicate et même redoutable. Nous sommes cependant persuadés que des études cytologiques de cette nature pourraient, dans une certaine mesure, fournir des indications utiles au travailleur qui, se plaçant à un point de vue pratique, cherche à établir la résistance que telle céréale offre aux attaques d'une Rouille déterminée.

Mais pour évaluer l'intensité d'attaque, ce dernier n'a guère à sa disposition, il faut en convenir, que des caractères extérieurs : pustules, taches d'hypersensibilité et nécrotiques, etc.

C'est sur elles qu'est basée la méthode des *échelles*, que Naoumow définit de la manière suivante : « Le principe consiste, comme on le sait, à évaluer « l'attaque » en la comparant aux échelons d'un étalon fixe ; ce procédé est analogue à celui des quincaillers, qui, pour déterminer l'épaisseur des feuilles de tôle ou le diamètre du fil de fer emploient des calibres fixes. Des échelles ont été proposées en Pathologie végétale par Eriksson (1898) et par Melchers et Parkers (1922) ; celle d'Eriksson (1898) fut modifiée en 1907 par M. A. de Jaczewski et en 1912 par M. N. Litwinoff. Toutes ces échelles souffrent d'un défaut commun, d'être peu souples ; en effet, elles tendent à caractériser les cas innombrables et infiniment variés que nous offre la nature, en les rangeant dans un nombre restreint (4 à 9) de catégories, ce qui est beaucoup trop peu. On comprend le désir de M. Litwinoff d'augmenter le nombre des degrés de l'échelle d'Eriksson jusqu'à 9, mais en le faisant, il n'a pas osé abandonner les chiffres 0-4 devenus classiques, ce qui l'a forcé à se servir des symboles encore moins pratiques comme « 0-1 », « 2-3 », etc.

Si l'on se demande la manière dont on doit se servir de ces échelles, on obtiendra une réponse indécise ; en effet, doit-on rapporter le degré qui est indiqué dans l'échelle aux feuilles d'une et même plante, ou à toutes les feuilles du même étage, ou bien à la plante entière ou à un groupe donné de plantes?

Ceci est fort peu précis. De plus, l'emploi de toutes ces échelles laisse une large place à l'erreur personnelle et les résultats obtenus sur un même lot de plantes par différents expérimentateurs peuvent différer considérablement. Enfin, les points cardinaux de ces échelles sont peu précis ; on trouve à la base l'indication « 0 », cas qui nous offre le moins d'intérêt ; l'opposé est représenté par le chiffre « 4 », ce qui signifie l'extrême degré d'invasion ; mais ne peut-on pas se représenter une attaque dont le degré sera supérieur à ce « 4 »?

L'échelle de Melchers et Parkers (1922), extrêmement artificielle, est basée sur une série de conventions, les figures de la distribution des pustules qu'elle représente sont arbitraires ; d'où une certaine indécision dans le choix des numéros à prendre et le manque de précision dans les résultats obtenus. En outre, le point cardinal supérieur en est fort mal défini : on désigne d'une manière toute arbitraire du chiffre de 100 p. 100 le cas dans lequel les 37 p. 100 de la surface totale de la feuille sont couvertes de pustules de Rouille ; les points intermédiaires prennent leur origine de celui-ci ainsi, N 5 est celui où les 65 p. 100 de la surface sont couvertes de rouille, puis viennent les 4 (équivalent à 40 p. 100) 3 (25 p. 100), 2 (10 p. 100) et 1 (5 p. 100).

L'échelle proposée par M. Litwinoff a certains avantages. Non seulement elle est plus détaillée, mais elle est mieux fondée dans son ensemble ; elle est basée sur un fait qui aurait droit à être appelé règle ; « dans l'attaque du blé par la Rouille, l'intensité de l'attaque des feuilles augmente de haut en bas : ainsi chaque feuille donnée est infectée moins que toutes celles qui lui sont inférieures, et plus que celles qui lui sont supérieures ».

Echelle de Litwinoff (*pour les rouilles du Blé,* P. Triticina *et* P. glumarum).

1. Absence totale de pustules	0
2. Pustules isolées sur les feuilles inférieures	0 à 1
3. Pustules isolées sur les feuilles des zones plus élevées et plus nombreuses sur les feuilles inférieures	1
4. Quatrième feuille d'en haut envahie au plus haut degré	1 à 2
5. Troisième feuille d'en haut envahie au plus haut degré	2
6. Deuxième feuille d'en haut envahie complètement	2 à 3
7. Pustules abondantes sur la feuille supérieure	3
8. Pustules très abondantes sur la feuille supérieure	3 à 4
9. Infection totale de la feuille supérieure	4

Les résultats obtenus par cette méthode sont comparables les uns aux autres.

C'est de ces seules indications, toutes imparfaites et insuffisantes qu'elles soient qu'il devra être fait état.

L'échelle de Hayes et Stakman est maintenant très usitée en Amérique. Nous la donnons au sujet de l'étude de *P. graminis.*

Stakman, pour catactériser l'état d'un Blé, prélève sur ce dernier des feuilles dont le degré d'attaque est considéré comme typique de celle que subit cette céréale. En réalité, le choix de cette feuille est singulièrement délicat. Peut-on jamais affirmer qu'elle répond bien exactement à la moyenne et qu'elle la caractérise? Mais en admettant même qu'elle corresponde à cette dernière,

fournira-t-elle réellement à elle seule une image suffisante de la maladie? De l'attaque qui se développe pendant des semaines sur diverses parties de la plante, ce spécimen ne révèle qu'une des formes choisies parmi d'autres qui ont été arbitrairement laissées de côté, et il ne saurait en tout cas représenter qu'une phase de l'histoire d'une maladie qui évolue parfois pendant des mois. Or, il n'est sans doute cependant pas indifférent de connaître de cette dernière et la durée et l'intensité à divers moments, ainsi que la gravité des attaques successives subies par diverses parties de la plante.

Méthode proposée par les auteurs.

Pour obtenir une saine appréciation de l'intensité des attaques de Rouille il faut chercher à enregistrer et à évaluer ces dernières depuis leur apparition jusqu'à leur terme, sur les diverses parties atteintes de la plante. Il faudrait ensuite, une fois ces données acquises, en tirer une indication unique et globale sous forme d'une note qui traduit le mal subi par la céréale du fait de la Rouille. Ce système n'est évidemment qu'incomplètement réalisable, car pour si nombreuses que soient les observations, elles ne seront jamais que discontinues et ne fourniront en aucun cas autre chose qu'une histoire fragmentaire du phénomène. Néanmoins la méthode en question, que nous avons essayé de réaliser, paraît devoir donner des résultats beaucoup plus précis et plus utiles que ceux qui avaient été obtenus jusqu'alors. Nous allons exposer le but et l'économie de ce système. Nous adopterons le style concis qui convient au guide que nous avons essayé d'écrire.

Notation des Rouilles.

Pourquoi noter? — Avant tout, pour arriver à déterminer la sensibilité des variétés ou des lignées, mais aussi pour essayer de préciser la part d'influence des conditions variables du milieu externe :

Influence des facteurs météoriques, éléments non modifiables par le cultivateur (température, état hygrométrique, pluie, rosée).

Influence de causes externes modifiables (époque et densité de semis, travail du sol, assolement, fumure, etc.).

Influence du voisinage (hôtes écidiens et autres porteurs de germes, par exemple semis naturels).

La notation est également indispensable pour bien suivre l'évolution de la maladie dans l'espace et dans le temps (extension des foyers, comparaison des années, évolution au cours d'une saison).

Que peut-on noter? — L'effet sur le rendement et la gravité apparente. L'*effet réel* est très difficile à apprécier pour raison de fréquente généralisation, de superposition de maladies, d'influence variable des causes externes sur la production physiologique.

La gravité apparente, c'est-à-dire le degré de développement de la maladie est beaucoup plus facile à exprimer ; nous ne nous occuperons que de ce point.

Dans quelles conditions faut-il opérer? — Il est bon de noter dans la culture ordinaire sur grandes surfaces et dans un champ de comparaison disposé en petites parcelles.

La culture sur grandes surfaces permet de suivre la constitution et l'agrandissement des foyers ; le champ d'essais permet de mieux suivre les différences entre variétés ou lignées.

Dans ce champ de comparaison, pour raison de foyers dont l'irrégularité d'apparition empêche toute prévision, la répétition des parcelles est d'une nécessité absolue. Le dispositif le plus pratique consiste à intercaler entre les parcelles réduites à deux lignes, une ligne d'une variété témoin de grande sensibilité. Par exemple, pour la Rouille jaune, Noé pour Blé d'automne, Aurore pour Blé de printemps.

Avec cette intercalation de sensibles, on favorise les attaques par suite de la multiplication des germes. Il y a là un avantage pour ce qui touche la sensibilité intrinsèque, mais un désavantage en ce qui concerne l'appréciation de l'importance pratique des Rouilles en fonction du temps et de la culture. Pour cette raison, les variétés communément cultivées dans le milieu seront notées dans la culture ordinaire, en même temps que dans le champ d'essais.

Comment faut-il noter? — *Valeur relative ou valeur absolue.* — On pourrait noter en valeur relative d'après des étalons choisis dans les deux extrêmes, par exemple Noé et Engrain en ce qui concerne la Rouille jaune. Mais avec ce mode de faire l'influence du lieu et du temps n'est pas retenue ; la note varie avec les années et les localités ; il n'y a pas de coordination possible.

Il faut chercher une notation en valeur absolue, indépendante du temps et du lieu. Cette notation établira d'ailleurs partout et toujours une gamme qui exprimera l'intensité relative de la Rouille considérée sur les diverses variétés.

Mode de notation. — Trois systèmes :

Notation d'ensemble au champ ;

Notation globale d'un échantillon moyen ;

Méthode de pointage avec coefficients.

Notation d'ensemble. — Elle paraît suffisante au premier abord ; elle ne l'est pas dans la pratique. Prenons le cas de la Rouille jaune. On se dégagera très péniblement de l'impression produite par la teinte dominante, le jaune au haut de l'échelle, le vert à l'autre extrémité. Résultat : notes supérieures trop fortes, notes inférieures trop faibles. D'autre part, les notes varieront avec les années et les observateurs.

Notation globale d'un échantillon moyen. — La méthode est séduisante parce que l'échantillon peut être récolté et examiné à loisir. En fait, le système est inapplicable parce que le choix de l'échantillon offre trop de prise à l'arbitraire. Le choix d'une feuille, d'une tige ou d'un épi, ne peut donner qu'une idée

bien imparfaite de l'état de la culture. Le choix d'une touffe est plus rationnel, mais une touffe unique ne présente pas suffisamment de garantie et le choix de plusieurs touffes entraine des complications génératrices d'erreurs. La notation globale est d'ailleurs impossible, parce que les différentes parties de la plante sont attaquées à des degrés divers et que les relations se modifient avec le temps.

Méthode de pointage. — Nous ne voyons pas de système autre que celui qui consiste à noter en place l'intensité de la Rouille sur les différentes parties de la plante, en faisant appel à plusieurs individus et en faisant intervenir des coefficients dont le jeu élargira automatiquement la gamme des notes.

Echelle des notes. — Elle ne peut être que courte, 0 à 4 par exemple. Mais comme il s'agit d'apprécier en valeur absolue, il apparait immédiatement que sans l'intervention de coefficients, la gamme serait trop étroite, puisque les notes extrêmes ne seraient que très rarement attribuées. Avec des coefficients, au contraire, on arrive à un élargissement automatique qui atténue l'arbitraire, sans pouvoir le supprimer totalement, il est vrai.

Comme il ne peut s'agir que d'apparence, c'est-à-dire de manifestation externe, les notes sont attribuées d'après l'étendue relative des surfaces intéressées. Nous leur attribuons les significations suivantes :

Notes	Degré de gravité.	Surface couverte.
0	Pas	Pas
1	Peu.	1/10 à 1/4
2	Moyennement.	1/4 à 1/2
3	Beaucoup.	1/2 à 3/4
4	Énormément.	3/4 à totalité.

Après intervention des coefficients, on pourra étendre les notes vers zéro d'après les observations suivantes :

De 1/10 à 1/20	Très peu.
Au-dessous de 1/20	Extrêmement peu.
Quelques très rares pustules	Traces (relevé sans note).

Voir plus loin.

Attribution des notes. — Il nous parait indispensable de noter séparément es divers organes et parfois les différentes parties d'un même organe.

Epi. — Noter séparément les enveloppes et barbes d'une part, le rachis d'autre part, le grain en troisième lieu. La note du grain sera retenue isolément ; les deux notes des enveloppes et du rachis sont destinées à être fusionnées.

Tige. — Noter séparément les différents entrenœuds en numérotant 1, 2, 3 à partir du haut (col). Pour chacun d'entre eux, noter séparément les trois tiers : sommet, milieu et base.

Feuille. — Noter à part le limbe et la gaine, avec numérotage 1, 2, 3, 4 à partir du haut.

Dans les deux cas, noter séparément les trois tiers pour faire ensuite la moyenne.

Coefficients. — A utiliser soit dans un même organe, soit pour les divers organes similaires.

a. *Un même organe.* — Pour une feuille donnée (limbe ou gaine), nous n'attribuons pas de coefficients particuliers aux trois tiers séparément notés.

Mais pour la tige, nous attribuons une importance décroissante à l'attaque du sommet, du milieu et de la base du col (premier entrenœud). Nous employons dès lors les coefficients 3, 2, 1. Pour faciliter les calculs, le même système est utilisé pour le deuxième entrenœud.

b. *Organes similaires. — Tige.* — Le coefficient 3 est attribué au col, le coefficient 1 aux autres entrenœuds dont les notes seront fusionnées aupréalable.

Epi. — Coefficients 2 pour enveloppes (barbes comprises) et 3 pour le rachis.

Feuille. — (limbe et gaine notés à part). Il n'est pas douteux que la rouille est d'autant plus grave qu'elle s'est élevée plus haut en direction de l'épi. En partant de la feuille terminale numérotée 1, nous attribuons les notes 4, 3, 2, 1 pour le limbe 3, 2, 1 pour la gaine. Nous admettons l'existence de quatre limbes vivants, de trois gaines seulement. S'il y a lieu, la note du quatrième limbe sera fusionnée au préalable avec celle du cinquième; de même, la note de la troisième gaine serait fusionnée avec celle de la quatrième.

Transformation en pour 100. — Quel que soit l'organe, la note définitive résultant du jeu des coefficients est destinée à être transformée en note pour 100, de façon à aboutir à un élargissement clair de la gamme de notation.

Comme le total des coefficients est de 10 pour le limbe, 6 pour la gaine, 5 pour l'épi, 4 pour la tige, il suffira de multiplier les notes totalisées par 2,5, 4,16, 5 ou 6,25.

Mais au lieu de 4 limbes vivants, il peut se faire qu'on n'en trouve que 3 ou même 2. Pour ne pas modifier les coefficients, on se contentera de remplacer le multiplicateur 2,5 par 2,77 ou 3,57. De même pour la gaine, s'il n'en existe que 2 vivantes au lieu de 3, le multiplicateur 4,16 sera remplacé par 5.

Toutes ces opérations seront rapidement faites grâce à l'emploi de barêmes établis au préalable. La note du grain sera attribuée directement après égrenage.

Remarque. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, on ne chiffrera pas autrement que par 1 toutes les attaques légères. Mais cette note correspond à 1/10 au moins de surface couverte dans la région considérée. Au-dessous de ce degré de gravité, après le jeu du coefficient 1/4 propre à l'organe considéré, on divisera par 2 ou par 4 selon que la surface intéressée est estimée entre 1/10 et 1/20 ou au-dessous de 1/20. S'il n'existe que des lésions extrêmement réduites, ou des pustules extrêmement rares, on indiquera traces sans mettre de note.

Le système est à employer pour tous les organes similaires ou différents.

Du nombre des notations à faire à un moment déterminé. — Nous recommandons six notations pour l'épi, trois notations pour feuille et tige. Les coefficients seront utilisés après établissement de la moyenne des notes.

Des notations à faire au cours de végétation. — Il importe de suivre l'évolution des espèces de Rouilles en fonction du temps et du stade de végétation, parce que les facteurs externes interviennent largement, parce que toutes les variétés ne réagissent pas de la même façon, parce qu'il n'y a pas de parallélisme obligatoire quant à l'attaque des différents organes.

En dehors du début de l'épiage et de la fin de la floraison qui sont des stades bien nets, nous ajoutons une phase caractérisée par le début de gonflement au-dessous de la deuxième feuille. Au delà de la fin de la floraison il sera nécessaire de faire trois ou quatre notations ; elles sont indispensables pour les Rouilles tardives (*P. triticina*, *graminis*, *Lolii*). De même avant cette phase de gonflement, il sera nécessaire de faire plusieurs notations si l'on veut bien suivre l'évolution de Rouilles précoces, telles que *P. glumarum* et *simplex*).

La notation sera facilitée par l'emploi de carnets spéciaux dont deux modèles sont reproduits ci-après.

Carnet A.

A utiliser pour feuille seulement, tant que la Rouille est limitée au limbe. Noter à part les différentes feuilles numérotées 1, 2, 3, 4, 5 à partir du haut.

La feuille n'est comptée que lorsqu'elle est complètement développée (sommet de la gaine ou pointe de la feuille suivante visibles). La note de la cinquième est destinée à être fusionnée avec celle de la quatrième.

Autant que possible, noter trois plantes par mètre carré (I, II, III). Noter séparément les trois tiers d'une même feuille (1, 2, 3). Adopter les coefficients 4, 3, 2, 1.

Le barême 1 permet l'établissement rapide de la note de chaque feuille. Utiliser le barême 2 pour le jeu des coefficients. La tranformation en pour 100 sera obtenue en multipliant le total des notes foliaires par 2,5, 2,77 ou 3,57, selon qu'il y aura 4 ou 5, 3 ou 2 feuilles susceptibles d'être notées. Utiliser le barême 3.

Adopter les notes 1, 2, 3, 4 pour exprimer le degré d'attaque d'après la surface visiblement intéressée.

Notes	Signification	Surface couverte
1	Peu.	1/10 à 1/14
2	Moyennement.	1/4 à 1/2
3	Beaucoup.	1/2 à 3/4
4	Énormément.	3/4 à totalité.

Nota. — Au-dessous de 1/10 de surface couverte, donner tout d'abord la note 1, puis rectifier la note définitive de chaque feuille en la divisant par

2 ou 4, selon la gravité d'attaque (1/20 ou moins, soit *très peu* ou *extrêmement peu*).

1. — Note d'une feuille (Limbe).

TOTALITÉ DES 3 TIERS	AVEC 1 NOTATION : T : 3	AVEC 2 NOTATIONS : T : 6	AVEC 3 NOTATIONS : T : 9
1	0,33	0,16	0,11
2	0,66	0,33	0,22
3	1	0,50	0,33
4	1,33	0,66	0,45
5	1,66	0,83	0,55
6	2	1	0,66
7	2,33	1,16	0,78
8	2,66	1,33	0,88
9	3	1,50	1
10	3,33	1,66	1,11
11	3,66	1,83	1,22
12	4	2	1,33
13		2,16	1,45
14		2,33	1,55
15		2,50	1,66
16		2,66	1,78
17		2,83	1,88
18		3	2
19		3,16	2,11
20		3,33	2,22
21		3,50	2,33
22		3,66	2,45
23		3,83	2,55
24		4	2,66
25			2,78
26			2,88
27			3
28			3,11
29			3,22
30			3,33
31			3,45
32			3,55
33			3,66
34			3,78
35			3,88
36			4

2. — Limbe (jeu des coefficients).

MOYENNE FOLIAIRE	x 2	x 3	x 4
0,11	0,22	0,33	0,45
0,16	0,33	0,50	0,66
0,22	0,45	0,66	0,90
0,33	0,50	1	1,33
0,45	0,90	1,33	1,80
0,50	1	1,50	2
0,55	1,10	1,66	2,20
0,66	1,33	2	2,66
0,78	1,55	2,25	3,10
0,83	1,66	2,50	3,33
0,88	1,80	2,70	3,55
1	2	3	4
1,11	2,22	3,33	4,45
1,16	2,33	3,60	4,66
1,22	2,45	3,66	4,90
1,33	2,66	4	5,33
1,50	3	4,50	5
1,55	3,10	4,66	6,20
1,66	3,33	5	6,66
1,78	3,55	5,25	7,10
1,83	3,66	5,50	7,33
1,88	3,80	5,66	7,50
2	4	6	8
2,11	4,22	6,33	8,45
2,16	4,33	6,50	8,66
2,22	4,45	6,66	8,90
2,33	4,65	7	9,33
2,45	4,90	7,33	9,80
2,50	5	7,50	10
2,55	5,10	7,66	10,20
2,66	5,33	8	10,66
2,78	5,55	8,25	11,10
2,83	5,66	8,50	11,33
2,88	5,80	8,66	11,50
3	6	9	12
3,11	6,22	9,33	12,45
3,16	6,33	9,50	12,66
3,22	6,45	9,66	12,90
3,33	6,66	10	13,10
3,45	6,90	10,33	13,80
3,50	7	10,50	14
3,55	7,10	10,66	14,20
3,66	7,33	11	14,66
3,78	7,55	11,25	15,10
3,83	7,66	11,50	15,33
3,88	7,80	11,66	15,50
4	8	12	16

3. — **Barême de transformations des notes foliaires totalisées en % (Limbe).**

%	AVEC 4 FEUILLES.	AVEC 3 FEUILLES.	AVEC 2 FEUILLES.	%
0,5	0,22	0,22	0	0,5
1	0,40	0,36	0,28	1
1	0,80	0,70	0,56	2
2	1,20	1	0,85	3
3	1,60	1,45	1,12	4
4	2	1,80	1,40	5
5	2,40	2,16	1,70	6
6	2,80	2,50	2	7
7	3,20	2,90	2,25	8
8	3,60	3,25	2,50	9
9	4	3,60	2,80	10
10	4,80	4,30	3,40	12
12	6	5,40	4,20	15
15	8	6,25	5,50	20
20	10	9	7	25
25	12	10,80	8,40	30
30	14	12,60	9,80	35
35	16	14,40	11,20	40
30	18	16,20	12,60	45
45	20	18	14	50
50	22	19,85	15,40	55
55	24	21,65	15,80	60
60	26	23,46	18,20	65
65	28	25,25	19,60	70
70	30	27,10	21	75
75	32	28,80	22	80
80	34	30,60	23,80	85
85	36	32,50	25,20	90
90				

P. 100 = Note ×. { 2,50 avec 4 feuilles. / 2,77 avec 3 feuilles. / 3,57 avec 2 feuilles.

N° D'ORDRE	NOTATION									TOTAL	MOY.	COEF.	NOTES DÉF.	VAR. DATE. PHASE DE VÉGÉTATION
	I			II			III							
	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
1												4		Observations
2												3		
3												2		
4												1		
5													2.50 × 2.77 = 3.57	p. 100
var. date											Ph. de vég.			Observations
1												4		
2												3		
3												2		
4												1		
5													=	p. 100
var. date											Ph. de vég.			Observations
1												4		
2												3		
3												2		
4												1		
5													=	p. 100
var. date											Ph. de vég.			Observations
1												4		
2												3		
3												2		
4												1		
5													=	p. 100
var. date											Ph. de vég.			Observations
1												4		
2												3		
3												2		
4												1		
5													=	p. 100

Récapitulation.

VARIÉTÉS.	ESPÈCE DE ROUILLE.	1re NOTATION.			2e NOTATION.			3e NOTATION.			4e NOTATION.			5e NOTATION.		
		Date.	F. att. sur (1).	Note.	Date.	F. att. sur	Note.	Date.	F. att. sur.	Note.	Date.	F. att. sur.	Note.	Date.	F. att. sur.	Note.

(1) Ex. 2 feuilles atteintes sur 5, 3 sur 4, etc.

Carnet B.

A utiliser pour les diverses céréales et rouilles à partir du jour où le mal a dépassé le limbe.

Noter séparément les diverses rouilles et les différentes parties de la plante.

Limbe. — Même système de notation que dans le carnet A.

Gaine. — En général 3 gaines avec coefficients 3, 2, 1 à partir du haut ; s'il en existe une quatrième, fusionner sa note avec celle de la troisième.

Utiliser les barêmes 1 et 2 pour l'établissement des notes définitives, le barême 4 pour la transformation en pour 100 (multiplication par 4,16 ou 5 selon qu'il y a 4, 3 ou 2 gaines susceptibles d'être notées).

Tige. — Noter séparément les entrenœuds en les fractionnant par tiers (sommet *s*, milieu *m*, base *b*) et en adoptant les coefficients 3, 2, 1. Utiliser les barêmes 1 et 2 pour notes moyenne et définitive.

Adopter coefficient 3 pour l'entre-nœud supérieur (col) et 1 pour l'entre-nœud suivant. S'il y avait 3 entre-nœuds atteints, la note du troisième serait fusionnée avec celle du deuxième.

D'après les coefficients adoptés, les notes particulières des entre-nœuds seront obtenues en divisant par 2 et 6 les totaux des trois tiers. La division par 6 sera facilitée par l'emploi du barême 5.

La transformation en pour 100 sera obtenue en multipliant la note générale par 6,25 (barême 6).

Epi. — Noter à part 6 épis. Noter séparément rachis *r* et enveloppes *gl.* (glumes, glumelles, barbes). Compter comme rachis l'extrême base de l'épi (Blé, Seigle, Orge) et toutes les ramifications de la panicule (Avoine). Utiliser les coefficients 2 pour enveloppes et 3 pour rachis, donc diviser les notes totalisées par 3 et 2, et additionner pour obtenir la note générale. La transformation en pour 100 sera obtenue en multipliant cette note par 5 (barême 6).

Grain. — Établir directement le pour 100 au moment de la maturation (stade laiteux).

Nota. — Se reporter au carnet A pour l'échelle de notation. Pour gaine, tige et épi, comme pour feuille, diviser la note 1 par 2 ou 4 dans le cas d'attaques très faibles ou extrêmement faibles.

4. — Barème de transformation en % des notes foliaires (gaine).

%	AVEC 3 FEUILLES	AVEC 2 FEUILLES.	%
0,5	0.11	0.11	0,5
1	0,22	0.20	1
2	0.45	0.40	2
3	0.66	0.60	3
4	1	0.80	4
5	1.25	1	5
6	1.50	1.20	6
7	1.75	1.40	7
8	2	1.60	8
9	2.25	1.80	9
10	2.50	2	10
12	3	2,40	12
15	4	3	15
20	5	4	20
25	6	5	25
30	7	6	30
35	8,50	7	35
40	10	8	40
45	11	9	45
50	12	10	50
55	13	11	55
60	14.50	12	60
65	15	13	65
70	17	14	70
75	18	15	75
80	19	16	80
85	20.50	17	85
90	22	18	90

P. 100 = Note × { 4,16 avec 3 feuilles. / 5 avec 2 feuilles.

5. — Barème pour tige (total des notes du 2e entre-nœud : 6. (pour le jeu des coefficients x3 et x2, se reporter à barème 2).

TOTAL.	: 6	TOTAL	: 6
1	0.16	9	1.50
1.11	0.18	10	1.66
1.22	0.20	11	1.83
1.33	0.22	12	2
1.45	0.24	13	2.16
1,55	0.25	14	2.33
1,66	0.28	15	2.50
1.77	0.29	16	2.66
1.88	0.31	17	2.83
2	0,33	18	3
3	0,50	19	3.16
4	0.66	20	3.33
5	0.83	21	3.50
6	1	22	3.66
7	1.16	23	3.83
8	1,33	24	4

6. — **Barème de transformation en % des notes de tige et épi.**

TIGE.		ÉPI.	
Note.	%	Note.	%
0,11	1	0.11	0,5
0.33	2	0.20	1
0.50	3	0.40	2
0.66	4	0,60	3
0,80	5	0,80	4
1	6	1	5
1.10	7	1.20	6
1.50	9	1.60	8
1.60	10	1.80	9
1.90	12	2	10
2,50	15	2.40	12
3.25	20	3	15
4	25	4	20
4.80	30	5	25
5.60	35	6	30
6,40	40	7	35
7,20	45	8	40
7,20	50	8	45
8	55	9	50
8,80	60	10	55
9.60	65	11	60
10,40	70	12	65
11.20	75	13	70
12	80	14	75
12.80	85	15	80
13.60	90	16	85
14,40		17	90
		18	

P. 100 = Note × { 6,25 pour tige. / 5 pour épi. }

		ORDRE.	ESPÈCES de ROUILLE	NOTATION I 1 2 3	NOTATION II 1 2 3	NOTATION III 1 2 3	TOTAL	MOY.	COEF.	NOTES DÉF.	VAR. DATE PH. DE VÉG.
Feuille	Limbe	1							4		obs.
		2							3		
		3							2		
		4							1		
		5								2.50 × 2.77 = % 3.57	
	Gaine	1							3		obs.
		2							2		
		3							1		
		4								4.16 × 5 = %	
Tige	1	s							3		obs.
		m							2		
		b							1	: 2 =	
	2	s							3		
		m							2		
		b							1		
	3									: 6 =	× 6.25 = %
Epi	gl.			NOTATION 1 2 3 4 5 6				: 3			obs.
	r.							: 2			× 5 = %
Grain				p. 100			obs.				

Récapitulation (Notes directes et %)

VAR :

SEMIS EPIAISON MATURATION.	DATES	PH. DE VÉG.	Nos D'ORDRE DES FEUILLES GAINES ET ENTRE-NOEUDS 1 Esp. de rouille.	2 Esp. de rouille.	3 Esp. de rouille.	4 Esp. de rouille.	NOTE DÉF. % Esp. de rouille.	OBS.
Feuille		fol.						
		gonf.						
		ép.						
		flor.						
		mat.						
Gaine		gonf.						
		Ep.						
		flor.						
		mat.						
Tige		Ep.						
		flor.						
		mat.						
Epi		Ep.						
		flor.						
		mat.						
Grain								

Comparaison des variétés.

VARIÉTÉS.	ESPÈCE DE OUILLE	FEUILLE.		GAINE.		TIGE.		ÉPI.		GRAIN.
		Note max.	Progression max. du au	Note max.	Progression max. du au	Note max.	Progression max. du au	Note max.	Progression max. du au	
Var.										
Semis										
Épiaison										
Mat.										
Var.										
Semis										
Épiaison										
Mat.										
Var.										
Semis										
Épiaison										
Mat.										
Var.										
Semis										
Épiaison										
Mat.										
Var.										
Semis										
Épiaison										
Mat.										

BIBLIOGRAPHIE

1. Aamodt (O. S.). — The inheritance of resistance to several biologic forms of *Puccinia graminis tritici* in a cross between Kanred and Marquis wheats (*Phytopathology*, XII, p. 32, 1922). — 2. *Id.* — Correlated inheritance in wheat of winter-spring habit of growth and rust resistance (*Phytopathology*, XII, p. 32-33, 1922). — 3. *Id.* — The inheritance of growth habit and resistance to stem rust in a cross between two varieties of common wheat (*Journ. of Agr. Research*, XXIV, nº 6, p. 457-469, Washington, 1923). — 4. Allen (R. F.). — Resistance to stemrust in Kanred wheat (*Science*, LIII, nº 1382, p. 575-576, 1921). — 5. *Id.* — A cytological study of infection of Baart and Kanred wheats by *Puccinia graminis tritici* (*Journ. Agr. Research*, XXIII, nº 3, Washington, 1923). — 6. *Id.* Cytological studies of infection of Baart, Kanred and Mindum wheats by *Puccinia graminis tritici* forms III and XIX (*Journ. Agr. Research*, XXVI, nº 12, Washington, 1923). — 7. Allescher (A.). — Verzeichnis in Sud-Bayern beobachteter Pilze. Ein Beitrag zur Kenntniss der bayrischen Pilzflora. I. Basidiomyceteæ (*Abdr. aus. d. 9. Ber. d. Bot. Ver. in Landshut*, 1885). — 8. Mc Alpine (D.). — The life-history of the Rust of Wheat (*Dep. Agric. Victoria*, Bull. 14 p. 22-32, pl. 2, 1891). — 9. *Id.* — Rust of Wheat (*Dep. Agric. Victoria*, Bull. 14, p. 33-34, 1891), — 10. *Id.* — Report on Rust in Wheat as Victorian Delegate (*Proc. Conf. N. S. Wales*, 1891). — 11. *Id.* — Ueber die Verwendung geschrumpfter Kœrner von rostigem Weizen als Saatgut (*Zeitscher. f. Pflanzenkrankh*, II, p. 193, 1892). — 12. *Id.* — Report on Rust in wheat as Victorian Delegate (*Proc. Conf. S. Australia*, 1892). — 13. *Id.* — Report on Rust in Wheat experiments at School of Horticulture, Burnley (*Dep. Agric. Victoria*, 1894). — 14. *Id.* — Report on Rust in Wheat as Victorian Delegate (*Proc. Conf., Queensland*, 1894). — 15. *Id.* — Australian Fungi (*Proc. Roy. Soc. Victoria*, VII, p. 214, 1895). — 16. *Id.* — Rust in Wheat Experiments, 1894-1897 (*Dep. Agric. Victoria*, 1897). — 17. *Id.* — The Fungi on the wheat plant in Australia (*Agric. Gaz. N. S. Wales*, IX, p. 1000, 1898). — 18. *Id.* — Rust in wheat during the dry season of 1897 (*Agric. Gaz. N. S. Wales*, IX, p. 1421, 1898). — 19. *Id.* — Cereal Rusts (*Journ. Dept. Agric. Vict.*, p. 425, 1902). — 10. *Id.* — Diseases of cereals, Rust and Take-all in Wheat (*Journ. Dept. Agric. Vict.*, II, p. 700, 1904). — 21. *Id.* — Bobs. A Rust-resisting Wheat (*Journ. Dept. Agric. Vict.*, p. 166, 1905). — 22. *Id.* — The Rusts of Australia (*Dept. Agric. Vic.*, 1906). — 23. Anderson (F. W.). — Notes on certain Uredineæ and Ustilagineæ (*Journ. of Mycol.*, VI, nº 3). — 24. Anderson (H. C. L.). — Rust in Wheat. Experiments and their objects (*Agric. Gaz. of New South Wales*, I, p. 1, 1890). — 25. Armstrong (S. F.). — Mendelian inheritance of susceptibility and resistance to Yellow Rust (*Puccinia glumarum* Erikss. et Henn.) in Wheat (*Journ. Agric. Sc.*, XII, p. 57-96). — 26. Arthur (J. C.). — Preliminary list of Iowa Uredineæ and Memorandum of Iowa Ustilagineæ (*Bull. of the Iowa Agric. Coll.*, nov. 1884). — 27. *Id.* — Notes of Uredineæ (*Bot. Gaz.*, Aug. 1891). — 28. *Id.* — The Æcidium as a device to restore vigor to the fungus (*Proc. Soc. for the Prom. of Agric. Sc.*, XXIII, 1902). — 29. *Id.* — Problems in the Study of Plant Rusts (*Bull. Torrey Bot. Club.*, XXX, p. 1-18, 1903). — 30. *Id.* — The Æcidium of the Maize Rust (*Bot. Gaz.*, XXXVIII, 1904). — 31. *Id.* — Taxonomic importance of the Spermogonium (*Bull. Torrey Bot. Club*, XXXI, p. 113, 1904). — 32. *Id.* — Terminology of the Spores Structures in the Uredinales (*Bot. Gaz.*, XXXIX, p. 219, 1905). — 33. *Id.* — Cultures of Uredineæ in 1904-07 (*Journ. Mycol.*, II, nº 76, p. 50-67, 1905 ; XII, nº 81, p. 11-27, 1906 ; XIII, nº 91, p. 189-205, 1907 ; XIV, nº 93, p. 7-26, 1908). — 34. *Id.* — Cultures of Uredineæ in 1908, 1909, 1915, 1916 and 1917 (*Mycologia*, I, nº 6, p. 225-256 ; II, nº 5, p. 213-240 ; VIII, nº 3, p. 125-141 ; IX, nº 5, p. 294-312). — 35. *Id.* — New species of Uredineæ (*Bull. Torrey Bot. Club*, XLVI, nº 4, p. 107-125, 1919). — 36. *Id.* — Dicæoma on Poaceæ (*North American Flora*, VII, p. 269-341, 1920). — 37. Arthur (J. C.) and Holway (E. W. D.). — Description of American Uredineæ II (*Bul. Lab. of Nat. Hist. Stat. Univ. Iowa*, IV, p. 377-402, 1898). — 58. Bagnis (C.). — Osservazioni sulla vita e morfologia di alcuni fungi Uredineæ (*Att. d. r. Acc. dei Lincei*; sér. 2, vol. II, Roma, 1875). — 3. Balls (W. L.). — Infection of Plants by Rust Fungi (*New. Phytol.*, IV, p. 18-19, 1905). —

40. Banks (J.). — A short account of the cause of the disease in corn called by farmers the blight, the mildew and the Rust (London, 1805). — 41. Barclay (A.). — Descriptive list of the Uredineæ occuring in the neighbourhood of Simla (*Journ. of the Asiat. Soc. of Bental*, LVI, n° 4, 1887). — 42. *Id.* — On the life-history of *Puccinia coronata* var. *Himalensis* (*The Transact. of Linn. Soc. of London*, sér. 2, II, 1891). — 43. *Id.* — Rust and Mildew in India (*Journ. of Bot.*, XXX, n° 349-350, London, 1892). — 44. Barker (H. D.) and Hayes (H. K.). — Rust resistance in Timothy (*Phytopathology*, XIV, n° 8, p.363-371, auguste 1924). — 45. Bary (A. de). — Untersuchungen uber die Brandpilze und die durch sie verursachten krankheiten der Pflanzen (Berlin, 1853). — 46. *Id.* — Recherches sur le développement de quelques champignons parasites (*Ann. des Sc. nat.*, sér. 4, Bot., XX, 1863). — 47. *Id.* — Neue untersuchungen uber die Uredineen, insbesondere die Entwickelung der *Puccinia graminis* und den Zusammenhang derselben mit *Æcidium Berberidis* (*Mon. ber. d. Akad.d. Wiss. zu Berlin, Sitz.*, 1865). — 48. *Id.* — Neue untercuchungen uber Uredineen (*Mon. ber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Sitz.*, 1866). — 49. *Id. Æcidium abietinum* (*Bot. Zeit.*, 1879). — 50. *Id.* — Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozœn und Bacterien (Leipzig,1884). — 51. *Id.* — Ueber einige Sclerotinien und Sclerotinien-Krankheiten (*Bot. Zeit.*, 1886). — 52. *Id.* — Comparative morphologie and biology of the fungi mycetozoa and Bacteria (London, 1887). — 53. J. Beauverie. — L'hypothèse du mycoplasma et les corpuscules métachromatiques (*C. R. Acad. Sc.*, 6 mars 1911). — 54. *Id.* — La signification des corpuscules métachromatiques dans les cellules de céréales infestées par la Rouille (*C. R. Soc. Biol.*, LXX, p. 461, 25 mars 1911). — 55. *Id.* —Corpuscules métachromatiques et phagocytose chez les végétaux (*C. R. Soc. Biol.*, LXXV, p. 285, 15 juillet 1913). — 56. *Id.* — Fréquence des germes de Rouille dans l'intérieur des semences de Graminées (*C. R. Acad. Sc.*, CLVII, n° 18, p. 787-790, 1913). — 57. *Id.* — Les germes de Rouille dans l'intérieur des semences de Graminées (*Rev. gén. Bot.*, XXV, p. 11-27 1914). — 58. *Id.* — Sur l'efficacité des germes de Rouilles contenus dans les semences des Graminées pour la propagation de la maladie (*C. R. Acad. Sc.*, CLVIII, p. 1196, 27 avril 1914). — 59. *Id.* — L'amélioration des céréales par la pratique de la sélection (Clermont-Ferrand, 1920). — 60. *Id.* — La résistance plastidaire et mitochondriale et le parasitisme (*C. R. Acad. Sc.*, CLXXII, p. 1195, 9 mai 1921). — 61. *Id.* — Rapport sur l'aplication à notre région de la méthode de sélection pédigrée (*Rev. Synd. Départ. Agric. et Vit. du Puy-de-Dôme*, novembre 1921). — 62. *Id.* — Sur la période critique du Blé (*C.R. Acad. Sc.*,CLXXV, p. 632, 16 octobre 1922). — 63. *Id.* — Influence de la hauteur d'eau météorique pendant la « période critique » du Blé sur le rendement (*C. R. Acad. Sc.*, 5 mars 1923). — 64. *Id.* — Échelle de sensibilité des Blés à la Rouille jaune (*Puccinia glumarum*) en 1923. — Station de sélection de la septième région, à Lafont, près de Riom (Puy-de-Dôme) (*Revue de Pathol. vég. et d'Entom. agric.*, XI, fasc. I, janvier-mars 1924). — 65. *Id.* Notes pour l'étude internationale des Rouilles du Blé (*Revue de Pathol. vég. et d'Entom. agric.*, XI, fasc. 1, janvier-mars 1924). — 66. *Id.* — Sur la germination des urédospores des Rouilles du Blé (*C. R. Acad. Sc.*, CLXXIX, p. 993-996, 10 novembre 1924). — 67. *Id.* Notes et rapports sur la sélection généalogique du Blé en 1922-23 (*Bull. de l'Off. Agric. Rég. du Massif Central* n° 3, Clermont-Ferrand, 1924). — 68. Berkeley (N. J.) et Broome (C. E.). — Notices of British fungi (*Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, XV, London, 1875). — 69. Biffen (R. H.). — Mendel's Law of inheritance and wheat breeding (*Journ. Agr. Sc.*, I, p. 4-48, pl. I, 1905). — 70. *Id.* Studies in the inheritance of disease resistance (*Journ. Agr. Sc.*, II, p. 109-128, 1907). — 71. *Id.* The suppression of Characters on crossing (*Journ Genetics*, V, n° 4, p. 225-228). — 72. *Id.* — Systematized plant breeding (*Seward, A. C. ed. Science and the Nation.*, p. 146-175, Cambridge, 1917). — 73. Blackman (V. H.). — On the conditions of teleutospore germination and of sporidia formation in the Uredineæ (*New Phytologist*, II, p. 10-15, 1903). — 74. *Id.* — On the fertilization, alternation of generations and general cytology of the Uredineæ (*Ann. Bot.*, XVIII, n° 71, p. 323-373, pl. 21-24, 1904). — 75 Blaringhem (L.). — Observations sur la Rouille des Guimauves (*Puccinia malvacearum* Mont.) (*Bull. Soc. Bot. France*, LIX, p. 765-773, 1912). — 76. *Id.* — Sur la transmission héréditaire de la Rouille chez la Rose trémière (*Althaea rosea*) (*C. R.*, CLVII, p. 1536-1538, 1913). — 77. *Id.* — Sur la production d'hybrides entre l'engrain (*Triticum monococcum* L.) et diffé-

rents blés cultivés (*C. R. Acad. Sc.*, CLVIII, n° 5, p. 346-349, 1914). — 78. *Id.* — Sur la propagation des Rouilles de Céréales en Suède et en France (*Bull. Soc. Bot. France*, LXI, n° 1-3, p. 86-94, 1914). — 79. Blytt (A.). — Bidrag til Kunds *kaben* om Norges Soparter (*Christ. Vid. Selsk. Forh.*, Christiana, 1896). — 80. Bolley (H. L.). — The heterœcismal Pucciniæ (*Amer. Monthly Microsc. Journ.*, X, 1889). — 81. *Id.* — Wheat rust (*Bull. of the Agric. Exper. Stat. of Indiana*, n°26, Lafayette, 1889). — 82. *Id.* — Note on the Wheat rust (*Amer. Monthly, Microsc. Journ.*, 1890). — 83. *Id.* — Wheat Rust : is the infection local or general in origin (*Agric. Science*, V, 1891). — 84. *Id.* — Einige Bemerkungen über die symbiotische Mycoplasmatheroie bei den getreiderost (*Centr. Bakt.*, Abt. 2, Bd. IV, p. 887-896, 1 fig., 1898). — 85. *Id.* — Flax wilt and Flax-sick Soil (*North Dakota Agric. Exp. Stat.*, Bull. 50, 1901). — 86. *Id.* — New-York upon Wheat Rust (*Science*, N. S., XXII, p. 50, 1905). — 87. *Id.* — Experiments and studies upon wheat (*No. Dak. Agric. Exp. Stat.* 15 th *Ann. Rept.*, 1904, p. 34-54, 1-5 fig., 1905). — 88. *Id.* — Observations regarding the constancy of mutants and questions regarding the origin of disease resistance in plants (*Am. Nat.*, XLII, p. 171-183, 1908). — 89. *Id.* Somes resultats and observations noted in breeding cereals in a specially prepared diseased garden (*Amer. Breeder's Assoc. Rept.*, V, p. 177-182, 1909). — 90. Rust problems facts, observations and theories. Possible means of control (*N. Dak. Agric. Exp. Stat.*, Bull. 68, p. 607-672, 30 fig., 1906). — 91. Brefeld (O.). — Botanische untersuchungen uber Schimmelpilze (heft. IV, p. 66, 1881). — 92. Brierley (W. B.). — Discussion on « The relation of Plant Pathology to Genetics » (*Rep. of the Imperial Botanical Conference*, London, july 1924). — 93. Broadbent (W. H.). — Report of the barberry and the black rust if Wheat survey in southwest Wales (*Journ. Ministry of Agric.*, XXVIII, n° 2, p. 117-123, may 1921). — 94. Brummer. — Die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Weizensorten gegen die Rostkrankheit (*Landw. Ann. d. Mecklenb. Patr. Ver.* Jahrg. 1884). — 95. Bubak (F.). — Beitrag zur kenntnis einiger Uredineen (*Ann. Mycol.*, III, n° 3, 1905). — 96. *Id.* Zwei neue Uredineen (*Ann. Myc.*, VII, n° 4, 1909). — 97. Buchenau (F.). — Der rost des Getreides und die Mahonien (*Abh. herausg. wome, Naturw. ver. zu. Bremen*, Bd. VIII, 1884). — 98. Buchet (S.). — Sur la transmission des Rouilles en général et du *Puccinia Malvacearum* en particulier (*Bull. Soc. Bot. France*, LX, p. 558-565, 1913). — 99. Buller (A. H. R.). — Researches on Fungi (London, 1909). — 100. *Id.* — On spore discharge in the Uredineæ and Hymenomycetes (*Report of the British Assoc. Adv. Sc.*, 1915). — 101. Burill (T. J.). — Parasitic fungi of Illinois (*Bull. of Illinois Stat. Labôr. of Nat. His.*, Illinois, 1885). — 102. Busgen (M.). — Uber einige Eigenschaften der Keimleinge parasitischen Pilze (*Bot. Zeit.*, 1893). — 103. Butler (E. J.). — The Indian Wheat rust problem (*Dept. of Agric. in India*, Bull. n° 1, Calcutta, 1903). — 104. *Id.* — The Barberry rusts (*The Indi. Forester* (*Some indian fungi*), 1905). — 105. *Id.* — Immunity and disease in plants (*Agric. Journ. India*, 1918). — 106. Butler (E. J.) and Hayman (J. M.). — Indian wheat Rusts (*Mem. Dept. Agric. India, Bot. Ser.*, I, n° 2, 1906). — 107. Call (L. E.) and Salmon (S. C.). — Growing wheat in Kansas (*Kansas Agric. exp. Stat.*, Bull. 219, 1918). — 108. Campbell (C.). — An invasion of the black stem rust of cereals in terra di Lavora (*Atti Roy. Acad. Lincei Rend.*, XXVIII, p. 142-145, 1919). — 109. Candolle (A. P. de). — Sur les champignons parasites (*Ann. Museum Hist. nat.*, IX, Paris, 1807). — 110. *Id.* — Flore française (Paris, 1815). — 111. Carleton (M. A.). — Notes on the occurence and distribution of Uredineæ (*Science*, XXII, n° 548, p. 62-63, 1893). — 112. *Id.* — Cereal Rusts of the United States : A physiological investigation (*U. S. Dept. Agric. Div. Veg. Phys and Path.*, Bull. 16, 1899). — 113. *Id.* — Culture méthods with Uredineæ (*Journ. Appl. Microscop. and Lab. Methods*, VI, n° 1, p. 2109-2114, 1903). — 114. *Id.* — Investigations of Rusts (*U. S. Dept. Agric. Bur. Plant. indust.*, Bull. 63, 1904). — 115. *Id.* — Lessons from the grain-rust epidemic of 1904 (*U. S. Dpt. Agric. Farmers'*, Bull.219, 1905). — 116. Carleton (M. A.) and Chamberlin (J. S.). — The commercial status of durum wheat (*U. S. Dept. Agric. Bur. Plant. Indus.*, Bull. 70, 1904). — 117. Castagne (L.) Catalogue des plantes qui croissent naturellement aux environs de Marseille-Aix 1845). — 118 Christman (A. H.). — Observations on the wintering of grain rusts (*Trans. Wis. Acad. Sc.*, XV, pt. 1, p. 98-107, 1905). — 119. *Id.* Sexual reproduction in the Rust (*Bot. Gaz.*, XXXIX, p. 267, 1905). — 120. Clark (J. A.). — On the toxic effect of deleterious agents on the

germination and development of certain filamentous fungi (*Bot. Gaz.*, XXVIII, p. 289-327, 1899). — 121. *Id.* — Segregation and Correlated inheritance in Crosses between Kota and hard Federation wheats for rust and drought resistance (*Journ. of Agric. Research*, XXIX, n° 1, Washington, 1924). — 122. Clark (J. A.), Martin (J. H.) and Smith (R. W.). — Varietal experiments with spring wheat on the northern Great Plains (*U. S. Dept. Agric.*, *Bull.* 878, 1920). — 123. Cobb (N. A.). — Contributions to an Economic Knowledge of the Australian Rusts, chap. I, II, III (*Agric. Gaz. of New South Wales*, I, p. 3, 1890 ; III, p. 1-3 1892 ; IV, p. 6, 1893). — 124. *Id.* Experiments with the Strawsonizer for prevention of Wheat Rust (*Agric. Gaz. of New South Wales*, II, p. 8, 1891). — 125. *Id.* Report on Rust in Wheat investigations (*Proc. Second and third intercolonial rust in Wheat Conference of Australia*, 1891-1892). — 126. *Id.* — Host and habitat Index of the Australian Fungi (*Dept. Agric. N. S. Wales*, 1893). — 127. *Id.* — Notes on diseases of Plants (*Agric. Gaz. N. S. Wales*, V, p. 384, 1894). — 128. *Id.* — Letters on the diseases of Plants (*Agric. Gaz. N. S. Wales*, VIII, p. 217-217, 232-234, 1897 ; XV, p. 8-14, 1904). — 129. *Id.* Comparative observations on the Brush of about fifty varieties of Wheat (*Agric. Gaz. N. S. Wales*, XIII, n° 6, p. 647-649, 3 fig. 1902). — 130. Cointre (B.). — Les Rouilles des Blés (*L'Agriculture Moderne*, Paris, 5 juin 1904). — 131. Colley (R. H.). — Discovery of internal telia produced by species of Cronartium (*Journ. Agric. Research*, VIII, n° 9, p. 329-332, pl. 88, 1917). — 132. Comes (O.). — Della resistenza dei frumenti alle Ruggini. Stato attuale della quistione e provvedimenti (*Atti Roy. Ist. Incoragg. Napoli*, sér. 6, LXIV, p. 419-441, 1912). — 133. Cooke (M. T.). — Some allied species of Æcidiacei (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, XXIV, Paris, 1877). — 134. *Id.* — Rust, Smut, Mildew and Mould (London, 1878-1886). — 135. Cooley (J. S.). — A study of the physiological relations of *Sclerotinia cinerea* (Bon.) Schrœter (*Ann. Mo. Bot. Garden*, I, p. 291-326, 1914). — 136. Corda (A.). — Icones fungorum hucusque cognitorum (Prague, 1837). — 137. Cornu (M.). — Présence du *Possidoma Juniperi-Sabinæ* sur le *Junipérus virginiana* et sur divers autres genéviers *Bull. Soc. Bot. France*, T. 25 p. 122-123 1878). — 138. *Id.* — Notes et remarques sur les Urédinées : *Ræstelia* se montrant en dehors de la saison ordinaire (*Bull. Soc. Bot. de France*, XXV, 1878). — 139. *Id.* — Note sur les générations alternantes des Urédinées (*Bull. Soc. Bot. de France*, XXVII, 1880). — 140. *Id.* — Alternance des générations chez quelques Urédinées (*C. R.*, 12 juillet 1880). — 141. *Id.* — Nouvel exemple de générations alternantes chez les Champignons urédinés (*C. R.*, CII, p. 930-932, 1886). — 142. Cunningham (D. D.) and Prain (D.). — A note on indian Wheat Rusts (*Rec. Bot. Survey India*, I, n° 7, p. 99-124, 1896). — 143. Dangeard (P. A.) et Sappin-Trouffy (P.). — Recherches histologiques sur les Urédinées (*C. R.*, CXVI, p. 211, 1893). — 144. *Id.* Une pseudo-fécondation chez les Urédinées (*C. R.*, CXVI, p. 267, 1893). — 145. Davis T.). — On the Blight in Wheat (*Journ. of Nat. Phil. Chem. and the Arts*, XIX, London, 1808). — 146. Dietel (P.). — Beitrage zur Morphologie und Biologie der Uredineen (*Bot. Centr. Bl.*, Bd. XXXII, 1887). — 147. *Id.* — Verzeichnis der in der Umgerbung von Leipzig beobachteten Uredineen (*Berl d. Naturf. Gesellsch. zu.*, Leipzig, 1888-1889). — 148. *Id.* Uber Rostpilze, deren Teleutosporen kurz nach ihrer Reige keimen (*Bot. Centr. Bl.*, Bd. XXXVIII, 1889). — 149. *Id.* — Bemerkungen uber einige in und auslandische Rostpilze (*Hedwigia*, 1889). — 150. *Id.* — Uredineen aus dem Himalaya (*Hedwigia*, 1890). — 151. — *Id.* — Uber den generationswechsel von *Uromyces lineolatus* (Desm.) Schr. (Hedwigia, 1890). — 152. — *Id.* Untersuchungen uber rostpilze (Flora, 1891). — 153. *Id.* — Uber Zwei Abweichungen vom typischen generationswechsel der Rospilze (*Zeitschr. fur Pfl. Krankh.*, Bd. III, 1893). — 154. *Id.* — Ueber uredineen mit wiederholter Æcidienbildung (*Bot. Centr. Bl.*, Bd. LX, 1894). — 155. *Id.* — Uber Rostpilze mit Wiederholter Æcidienbildung (Flora, Bd. LXXXI, 1895). — 156. *Id.* Versuche uber die Keimungsbedingungen der teleutosporen einiger Uredineen (*Centr. Bl. Kakt.* Abt. 2, Bd. XXXI, p. 95-106, 1912). — 157. Dietel (P.) und Neger (F.). — Uredinaceæ chilenses (*Englers Bot. Jahrb.*, Bd. XXII, 1896). — 158. Dietz (S. M.). — The role of the genus Rhamnus in the dissemination of Crown-Rust (*U. S. Dpt. of Agric.*, Dpt. Bull. n° 1162, Washington, septembre 1923). — 159. Doran (W. L.). — The minimum, optimum and maximum temperatures of spore germination in some uredinales (*Phytopathology*, IX p. 391-402, 1 fig. 1919). — 160. *Id.* — Rust on Antirrhinum (*Mass. Agric. Exp. Stat.*, Bull. 202,

1921). — 161. *Id.* — Effect of external and internal Factors on the germination of Fungous spores (*Bull. Torrey Bot. Club.*, XLIX, p. 313-340, 1922). — 162. Ducomet (V.). — La Rouille des céréales d'après les recherches de J. Eriksson (*Progr. Agric. et Vit.*, 15 mai 1898). — 163. *Id.* — Les Rouilles des céréales en automne et en hiver (*Rev. de Pathol. vég. et d'Entom. agric.*, t. XII, fasc. I, janvier-mars 1925). — 164. *Id.* — Nouvelles observations sur les Rouilles (*Rev. de Path. vég. et d'Entom. agric.*, t. XII, fasc. I, janvier-mars 1925). — 165. *Id.* — Quelques observations et expériences sur les Rouilles des céréales (*Rev. de Path. vég. et d'Entom. agric.*, t. XII, fasc. II, avril-juin 1925). —165. Ducomet (V.) et Foex (Et.). — Observations sur les Rouilles des céréales (*Journ. d'Agric. prat.*, XLI, p. 130, 16 fév. 1924). — 167. Dufrenoy (J.). — La sélection des Blés résistant aux Rouilles (*Rev. gén. Sc.*, 15 février 1922). — 168. Duggar (B. M.). — Physiological studies with reference to the germination of certain Fungus spores (*Bot. Gaz.*, p. 31-38, 1901). — 169. *Id.* — Fungous diseases of plants (1909). — 170. Durrel (L. W.). — Factors influencing the uredospore-germination of *Puccinia coronata* (*Phytopathology*, VIII, p. 81-82, 1918). — 171. Durrel (L. W.) and Parker (J. H.). — Comparative resistance of varieties of oats to Crown and Stem Rusts (*Iowa Agric. Exp. Stat. Research.* Bull. 62, 1920). — 172. Eckerson (S. H.). — Microchemical studies in the propressive development of the Wheat plant *Wash. Agric. Exp. Stat.*, Bull. 139, 1917). — 173. Edgerton (C. W.). — A Study of Wilt resistance in the Seed-Bed (*Phytopathology*, VIII, p. 5-14, 1918). — 174. Eidam (E.). — Zur kenntnis der Entwick elung bei den Ascomyceten (*Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl.*, Bd. III, p. 397,1883). — 175. Ekkert (J.). — Ueber den Einfluss, welchen die Rostkrankheit auf die Keim-und Entwicklungs-Fahigkeit der Korner der durch sie befallenen Getreidepflanzen ausubt. (*Fuhl. Landw. Zeit.*, 1874). — 175. Engledow (F. L.). — A Case of Repulsion in Wheat (*Proc. Cambridge Phil. Soc.*, XVII, p. 433-435, 1914). — 176. *Id.* — Repulsion in Wheat (*Amer. Nat.*, XLIX, n° 578, p. 127, 1915). — 177. Eriksson (J.). — Collection cerealis typensamlung der in Schweden reiferen Getreidevarieten (fasc. 1, Stockholm. 1889). — 178. *Id.* Om nagra sjukommar a odladewaxter samt om atgarder till motarbetande af Vaxtsjukdomar (*Meddel. f. Kongl., Landt. Akad. Expt.*, n° 11, Stockolm, 1890). — 179. *Id.* — Ueber die Specialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen (*Ber. d. Deutsch. Bot. ges.*, Bd. XII, 1894). — 180. *Id.* — Ueber die Forderung der Pilzporenkeimung durch kalte (*Centralbl. f. Bakt.*, Abt. 2, Bd. I, 1895). — 181. *Id.* — Ist die verschiedene Widerstandsfahigkeit der Weizensorten gegen Rost konstant oder nicht? (*Zeitschr. f. Pfla. Krankh.* Bd. V, 1895). — 182. *Id.* —Om parasitismus specialisering hos saderrostswamparne (*Kongl. Landtbr. Akad. Handl. o. Tidskr*, 1895). — 183. *Id.* Om lag temperaturegraders gymsamma inverkan pavissa swampsporers growing (*Kgl. Landtbr. Akad. Handl. o Tidskr.* Arg. 34.1895). — 184. — *Id.* — Ein parasitisher Pilz als Index der immeren Natur eines Pflanzenbastards (*Botan. Notiser*, p. 251-253, 1895). — 185. *Id.* — Nya Undersokningar rorande svartrostens spcialisering spridning och uppkmost (*Meddel. f. Kong. Landtb. Akad. exp.*, n° 40, Stockolm 1896). — 186. *Id.* — Nagra iakttagelser rorande blasrosten a tallstammar dess natur och jorekomstsatt (*Kongl. Landtbr. Akad. Handl. o. tidskr.*, 1896). — 187. *Id.* Hvilka grasarter kumma sprida rost till berberisbusken (*Kongl. Landt. Akad. Hand. o. Tidskr.*, 196). — 188. *Id.* — Welche grasarten konnen die Berberitze mit rost anstecken (*Zeitschr. f. Pfl. Krank.*, Bd. VI, 1896). — 189. *Id.* Neue untersuchungen uber die Specialiserung, Vers. breitunf und Herkunft des Schwarzrostes (*Puccinia graminis* Pers.) (*Jarhb. f. Wiss. Bot.*, Bd. XXIX, 1896). — 190. *Id.* Einige Beobachtungen uber den Stammbewohnenden Kiefernblasenrost, seine Natur und *Entwickelungsweise* (*Centralbl. f. Bakt.*, Abt. 2, Bd. II, 1896), — 191. *Id.* — Welche Rostarten zerstoten die Australischen Weizenernten? (*Zeitsch. f. Pfl Krankh.*, Bd. VI, 1896). — 192. *Id.* — Studien uber den Hexenbesenrost der Berberitze. (*Puccinia Arrgenatheri* Kleb.) (*Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl.*, Bd. VIII, 1896). — 193. *Id.* — Ueber den Berberitzenstrauch als Trager und Verbreiter von Getreiderost (*Landw. Vers. Stat.*, Bd. XLIX, 1897). — 194. *Id.* — Landtbruk sbotanik berattelse af ar 1897 (*Kgl Landtbr. Akad., Handl. o. Tidskr.*, 1897). — 195. *Id.* — Vie latente et plasmatique de certaines Urédinées (*C. R. Acad. Sc. de Paris*, 1897). — 196. *Id.* Der heutige Stand der Getreiderostfrage (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. XV, 1897). — 197. *Id.* — Einige Bemerkungen uber das Mycelium des Hexenbesenrostpilzes der Berberitze (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*,

Bd. XV, 1897). — 198. *Id.* Weitere Beobachtungen uber die Specialiserung des Getreideschwarzrostes (*Zeitschr. f. Pfl. Krankh.*, Bd. VII, 1897). — Neue Beobachtungen uber die Natur und das Vorkommen des Kronenrostes (*Centralbl. f. Bakt.*, Abr. 2, Bd. VII, 1897), — 199. *Id.* Zur charakteristik des Weizenbraunrostes (*Centralbl. f. Bakt.*, Abt. 2, Bd. III. 1897). — 200. *Id.* — Principaux résultats des recherches sur la Rouille des céréales, exécutées en Suède (*Rev. gén. de Bot.*, X, 1898). — 201. *Id.* — Till Karakteristik af hvetets brunrost (*Meddel. f. Kongl. Landt. Akad. Exp.* n° 49, Stockolm, 1897). — 202. *Id.* Studier ofver Berberisbuskens hexqvastrost *Puccinia Arrhenatheri* KLEB. (*Med. f. Kong. land. Akad. Expt.*, n° 45, 1897). — 203. *Id.* — Ueber die Dauer der Keimkraft in den Wintersporen gewisser Rostpilze (*Centralbl. f. Bakt.*, Abt. 2, Bd. IV, 1898). — 204. *Id.* — Étude sur le *Puccinia ribis* D. C. des Groseilliers rouges (*Rev. gén. des Sc. nat.*, sér. 8, Bot X, 1898). — 205. *Id.* — Nouvelles études sur la Rouille brune des céréales (*Ann. Sc. nat.*, sér. 8, Bot.IX, 1899). — 206. *Id.* Zu der Getreiderostgrafe (*Centralbl. f. Bakt.*, Abt. 2, Bd. V, 1899). — 207. *Id.* — D'où vient la Rouille des céréales? (*Rev. gén. des Sc.*, II, 1900). — 208. — *Id.* — La Rouille des céréales (*VIe Congrès intern. d'Agricult.*, I, sect. VII, Paris, 1900). — 209. *Id.* — Fortgesetze Studien uber die Hexenbesenbildung bei der gewohubichen Berberitze *Beitrage z. Biol. der Pflanz.*, VIII, heft. II, 1901). — 210. *Id.* — Sur l'origine et la propagation de la Rouille des céréales par la semence (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 8e sér., XIV, et XV, 1902). — 211. *Id.* — Ist der Timotheengrasrost eine selbstandige Rost art oder incht? (*Kongl. Vetens. Akad. Forh.*, n° 5, 1902). — 212. *Id.* — Ueber die spezialisierung des getreideschwarzrostes in Schweden und in anderen Landern (*Centralbl. f. Bakt. Par. u. infek.* IX, n° 16, 1902). — 213. *Id.* The researches of prof. H. Marshall Ward on the Brown rust on the bromes and the mycoplasm hypothesis (*Arkiv. f. Bot.*, Bd. I, 1903). — 214. *Id.* — Sur l'appareil végétatif de la Rouille jaune des céréales (*C. R.*, p. 578, 1903). — 215. *Id.* — Nouvelles recherches sur l'appareil végétatif de certaines Urédinées (*C. R.*, p. 85, 1905). — 216. *Id.* — Ist es Wohlbedacht den Beginn einer Plaumassigen internationalen Arbeit zum Kampfe gegen die Pflanzen krankheiten noch immer aufzuschieben? (*Centralbl.*, Stockolm, 1905). — 217. *Id.* — Uber das vegetative Leben der Getreiderostpilze I, II, III, IV (*Kungl Svenska. Vetenskaps. Akad. Haudling.*, Bd. XXXVII, n° 6; Bd. XXXVIII, n° 3; Bd. XXXIX, n° 5, 1905). — 217. *Id.* — Zur frage der Entstehung und Verbreitung der Rostkrankheiten der Pflanzen (*Arkiv. f. Botanik*, Bd. V, n° 3, 1905). — 218. *Id.* — On the vegetative life of some Uredineæ (*Ann. of Bot.*, XIX, n° 73, january 1905). — 219. — *Id.* — Der heutige Stand der Mycoplasmafrage (*Zeitschr. f. d. Ausb. d. ent.*, Bd. I, n° 3, 1907). — 220. *Id.* Neue Studien uber die Specializierung der Grasbewohnenden Kronenrostarten (*Arkiv. f. Bot.*, Bd. VIII, n° 3, 1908). — 221. *Id.* — F. Sachis cytologische Untersuchungen uber die Rost glecken des Getreides und die Mycoplasmatheorie (*Sitz. d. Kais. Akad. d. Wissens.* in Wien, Bd. CXIX, Abt. I, 1910). — 222. *Id.* — Uber die Mykoplasmatheorie (*Biol. Centralbl.* Bd. XXX. n° 18, 15 sept. 1910). — 223. *Id.* — La nomenclature des formes biologiques des champignons parasites (Stockolm, 27 avril 1910). — 224. *Id.* — Der Malvenrost (*Puccinia Malvacearum* MONT.) (*Kongl. sv. Vet. Akad. Handl.*, Bd. XLVII, n° 2, Stockolm, 1911). — 225. *Id.* — Rostige Getreidekorner und die Uberwinterung der Pilzspezies (*Centralbl. f. Bakt. Para, u. Infek.*, Bd. XXXII, n° 13-19, 1912). — 226. *Id.* — Fungoid diseases of Agricultural plants (1912). — 227. *Id.* Fortgesetzte Studien uber die Speziolisierung des Getreideschwaezrostes (*P. graminis*) in Schweden und in anderen Landern (*Centralbl. f. Bakt. Para. u. Infek.* Bd. XLVIII, n° 16-18, 1918). — 228. *Id.* The mycoplasm theory is it indispensable or not? (*Phytopathology*, XI, n° 10, p. 385-388, october 1921). — 229. *Id.* — Neue der kritische gras-uredineen (*Arkiv. f. Bot.*, Bd. XVIII, n° 19, 1923). — 230. ERIKSSON (J.) und HENNING (E.). — Die hauptresuktate einer neuen Untersuchung uber die Getreideroste I, II (*Zeit. f. Pfl. Krank.*, IV, Bd. II, Bd. III-V, 1894). — 231. *Id.* — Nagra hufvudresultat af en ny undersokning of Sadesrosten (*K. Landbr. Akad. Handl. o. Tidskr.* arg. 33, p. 161-177, 1894). — 232. *Id.* — Ueber die verschiedene Rostempfanglichkeit verschiedener Getreidesorten (*Zeitschr. f. Pflanz.*, V, p. 80-156, 1895). — 233. *Id.* — Die getreideroste, ihre Geschichte und natur sowie Massregeln gegen dieselben, Stockolm, 1896). — 234. ETHERIDGE (W. C.). — A classification of the varieties of cultivated oats (*N. Y. Cornell Agric. expt.* St. mem. 10, p. 85-172, 1916). — 235. EVANS (I. B. P.). — The cereal Rusts, I ; Deve-

lopment of their Uredo mycelia (*Ann. Bot.*, XXI, n° 84, p. 441-466, 1907). — 236. *Id.* — Report of the acting botanist and plant pathologist (*Rpt. Transvaal Dept. Agric.*, p. 155-172, 1908). — 237. *Id.* — South african cereal Rusts, with observations on the problem of breeding rust resistant wheats (*Journn. Agric. Sc.*, IV, pt. I, p. 95-104, 1911). — 238. Farlow (W. G.) and Seymour (A. B.). — A provisionnal hostindex of the Fungi of the United States (Cambridge, 1888-1891). — 239. Farrer (W.). — The making and improvment of Wheats for australian conditions (*Agric. Gaz. N S. Wales*, IX, pt. 2, p. 131-168 ; pt. 3, p. 241-260, 1898). — 240. *Id.* Somes notes on the Wheat « Bobs » its Peculiarities Economic value and origin (*Agric. Gaz. N. S. Wales*, XV, p. 739-849, 1904). — 241. — Fentzling (K.). — Morphologische und anatomische Untersuchungen der Veranderungen, welche bei einigen Pflanzen durch Rostpilze Hervorgerufen werden (1892). — 242. Fischer (Ed.). Recherches sur certaines espèces du genre *Gymnosporangium* (*Archives des Sc. Phys. et Nat. 3e période* t. XXVI. p. 490-494, 1891). — 243. *Id.* — Resultate einiger neuerer Untersuchungen uber die Entwicklungs geschichte der Rostpilze (*Bot. Centralbl.*, Bd. LIX, 1894). — 244. *Id.* — Entwicklungsges-chichtliche Untersuchungen uber Rostpilze (*Beitr. z. Kryptog. Flora des Schweiz*, Bd. I, heft. p. 58-63, 1898). — 245. *Id.* Die Uredineen der Schweiz (Bern, 1904). — 246. Fischer (Ed.) und Mayor. — Zur kenntniss der auf Gramineen und Thalictrum Lebenden Heterœcischee Puccinien (*Mitteil. d. Natur.* Ges., heft. III, 1924). — 247. Fleischmann. — Rostpilze und Milchsauregahrung (*Allg. Hopfenzeit*, 1877). — 248. Foex (E.). — Rouilles des céréales (Montpellier, 1908). — 429. — *Id.* Obtention de sortes de Blés résistants aux Rouilles (*XIe Congrès intern. d'Agric.*, *1re sect. Agron.*, p. 175-180, Paris, 1923). — 250. *d.* — Quelques. problèmes relatifs aux Rouilles des céréales (*Rev. de Bot. appl. et d'Agric. colon.*, vol. III, n° 26, p. 641-652, 31 octobre 1923). — 251. *Id.* — Quelques observations sur les conditions qui favorisent le développement et l'extension des Rouilles des céréales (*Rev. de Pathologie végét. et d'Entom. agric.*, XI, fasc. 1, p. 32, janvier-mars 1924). — 252. *Id.* — Quelques observations sur le développement des Rouilles des céréales dans le Sud-Ouest et le Sud-Est (*Rev. de Pathologie végét. et d'Entom. agric.*, XI, fasc. 3, p. 205, juillet-septembre 1924). — 253. *Id.* — Des facteurs qui assurent la sensibilité et la résistance aux Rouilles des céréales (*Congrès avanc. des Sc.*, juillet 1925). — 254. Foex (E.), Gaudineau (Mlle M.) et Guyot (L.). — Les Rouilles des céréales en 1923 et 1924 dans la région parisienne (*Rev. de Pathol. végét. et d'Entom. agric.*, XI, fasc. 3, juillet-septembre 1924). — 255. Fontana (F.). — Osservazione sopra la ruggine del grano (Lucca, 1767). — 256. Fragoso (R. G.). — Uredales. Genero *Puccinia* (*Instit. Nat. de Ciencas*, Madrid, 1924). — 257. Fraizer (E.). — Student thesis (*University of Missouri*, 1920). — 258. Frank (A. B.). — Die krankheiten der Pflanzen (Breslau, 1880). — 259. *Id.* — Uber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten (*Ber. der. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. I, 1883). — 260. Frank (A. B.) et Sorauer (P.). — Pflanzenschutz (Berlin, 1892). — 261. *Id.* — Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz, 1893-1894 (*Arb. Der Deutsch. land. Ges.*, heft. 5, 1894 ; heft 8, 1895). — 262. Fraser (W. P.). — Culture experiments with Heterœcius Rusts in 1922, 1923 and 1924 (*Mycologia*, vol. XVII, n° 2, p. 78, march-april 1925). — 263. Freeman (E. M.). — Experiments on the brown rust of Bromes (*Puccinia dispersa*) (*Ann. Bot.*, XVI, n° 63, p. 487-494, 1902). — 264. *Id.* — Resistance and immunity in plant diseases (*Phytopathology*, 1, p. 109-115, 1911). — 265. *Id.* — Linked quantitative characters in wheat crosses (*Amer. Nat.*, LI, n° 611, p. 683-689, 1917). — 267. *Id.* The heredity of quantitative characters in wheat (*Genetics*, IV, n° 1, p. 1-93, 1919). — 268. Freeman (E. M.) and Johnson (E. C.). — The rustsof grains in the United States (*U. S. Depart. Agric. Bur. Plant. Industr.*, Bull. 216, 1911). — 269. Fries (E.). — Om brand och rist pa vaxter jamte fullstandig underratelse om deras kannetecken, orsaker samt medel till deras forekommande (Lund, 1821). — 270. *Id.* — Smar notiser (*Bot. Not.*, 1868). — 271. Fromme (F. D.). — The culture of cereal rusts in the greenhouse (*Bull. Torrey, Bot. Club.*, XL, n° 9, p. 501-521, 1913). — 272. *Id.* — Negative heliotropism of the urediniospore germ tubes of *Puccinia Rhamni* (*Phytopathology*, IV, n° 6, p. 407-408, 1914). — 273. *Id.* — Negative Heliotropism of Urediniospore Germ-tubes (*Amer. Journ. Bot.*, II, p. 82-85, 1915). — 274. Fruwirth (C.). — Allgemeine Züchtungslehre der Landwirtschftlichen Kulturpflanzen (*Handbuch derlandw. Pflanz.*, Bd. I, 1910). — 275. *Id.* — Die umzuchtung von Wintergetreide in Sommergetreide (*Zeitch. Pflanz.*, Bd. 6, p. 1-46,

1918). — 276. Funke (W.). — Zur frage uber die Entstehung des Grasrostes (*Puccinia graminis*) auf Roggen durch den Berberitzenrost (*Æcidium Berberidis*) (*Landw.Centralbl. f. Deutsch.*, Bd. 2, Berlin, 1864). — 277. Fuhling (J. J.). — Neue landwirtschaftliche Zeitung (1873). — 278. Gaines (E. F.). — Inheritance in wheat, barley and oat hybrids (*Wash. Agric. Exp. Stat. Bull.*, 1917). — 279. *Id.* — The inheritance of resistance to bunt or Stinking Smut of Wheat (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, XII, p. 124-132, 1920). — 280. Gabner (G.). — Die Getreideroste und ihr Auftreten im subtropischen ostlichen Sudamerika (*Centralbl. f. Bakt.*, Abt. II, Bd. XLIV, 1915). — 281. *Id.* — Untersuchungen uber die Abhangikeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nahrpflanze und von auberen Faktoren (*Centralbl. f. Bakt.*, Abt. II, Bd. XLIV, 1915). — 282. Galloway. — Experiments in the treatment of rust affecting Wheat and other cereals (*Journ. of Mycol.*, VII, nº 3, 1893). — 283. *Id.* Report of the Chief of the Division of Vegetable Pathology for 1892 (Washington, 1893). — 284. Garber (R. J.). — A preliminary note on the Inheritance of Rust resistance in Oats (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, XIII, p. 41-43, 1921). — 285. *Id.* — Inheritance and yield with particular reference to rust resistance and panicle type in oats (*Minn. Arg. Exp. Stat. Tech.*, Bull. VII, 1922). — 286. — Gassner (G.). — Untersuchungen uber die Abhangigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der nahrpflanze und von ausseren Faktoren (*Centralbl. Bakt.*, Abt. II, Bd. XLIV, p. 512-617, 1915). — 287. Gibson (Miss C. M.). — Notes on infection experiments with various Uredineæ (*New Phytol.*, III, p. 184-191, 1904). — 288. Gmelin (J. F.). — Caroli a Linné, Systema naturæ (II, p. 2, p. 1473, Lipsiæ, 1791). — 289. Griffee (F.). — Breeding oats resistant to stem rust (*Journ. heredity*, XIII, p. 187-190, 1922). — 290. Grove (W. B.). — The British rust fungi (*Cambridge*, 1913). — 291. Hallier (E.). — Phytopathologie (Leipzig, 1868). — 292. *Id.* — Wie uberwintert der Getreiderost? (*Œster. Landw. Woch. Bl.*, 1878). — 293. *Id.* — Æcidium Berberidis auf der Oberfläche und im Innern der Früchte von Berberrisund Mahonia (*Œster. Landw. Woch. Bl.*, 1878). — 294. Halsted (B. D.). — Mycological notes. Observations in Wind infections of a Rust (*Bull. Torr. Bot. Club.*, XXV, p. 159, 1898). — 295. Hariot (P.). — Les Urédinées (*Encyclopédie scientifique*, Paris, 1908). — 296. Harkness (H. W.) — The Wheat Rust (*S. Francisco Microsc. Soc.*, 5 april 1877). — 297. Harper. — Results of Seeding rusted frosted and frozen Wheat (*Exp. Stat. Record, Depart. of Agr. Off. of Exp. Stat.*, II, nº 4, 1890). — 298. Harrington (J. B. and Aamodt (O. S.). — Mode of inheritance of resistance to *Puccinia graminis* with relation to seed color in crosses between varieties of durum wheat (*Journ. Agric. Research*, XXIV, nº 12, june 1923). — 299. Harter (L. L.). — The influence of a mixture of soluble salts principally sodium chlorid upon the leaf structure and transpiration of wheat, oats, and barley (*U. S. Dept. Agric. Bur. Plant. Indus.*, Bull. 134, 1908. — 300. Hayes (H. K.). — Natural cross-pollination in wheat (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, X, p. 120-122, 1918). — 301. Hayes (H. K.) and Aamodt (O. S.). — A study of Rust resistance in a cross between Marquis and Kota wheats (*Journ. Agr. Research*, XXIV, nº 12, june 1923). — 302. — Hayes (H. K.), Balley (C. H.), Arney (A. C.) and Olson (P. J.) — The color classification of Wheat (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, IX, p. 281-284, 1904). — 303. Hayes (H. K.)and Barker (H. D.). — The effects of self-fertilization in timothy (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, XIV, p. 289-293, 1922). — 304. Hayes (H. K.) and Garber (R. J. — Breeding crop plants (New-York, 1921). — 305. Hayes (H. K.), Parker (J. H.) and Kurtzweil (C.). — Genetics of rust resistance in crosses of varieties of Triticum vulgare with varieties of T. durum and T. dicoccum (*Journ. Agr. Research*, XIX, p. 523-542, 1920). — 306. Hayes (H. K.) and Stakman (E. C.). — Wheat stem rust from the standpoint of plant breeding (*Proc.* 2d *Ann. Meeting West. Canad. Soc. Agron.*, p. 22-35, 1921). — 307. Hayman (J. M.). — Rust in Wheat (*Rept Cawnpore, Agr. Stat. United. prov.*, p. 54-57, 1907). — 308. Hecke (L.). — Ueber den Getreiderost in Œsterreich im Jahre 1898 (*Zeitschr. f. d. Landw. Vers. Wesen.*, jahrg. 2, 1899). — 309. *Id.* — Infektionsversuche mit *Puccinia* Maydis Bereng. (*Ann. Mycol.*, IV, 1906). — 310. *Id.* — Zur frage der Ueberwinterung des Gelbrostes und dass zustande Kommen von Rost Jahren (*Naturw. Ztschr., land. u. Forts.*, XIII, p. 213-220, 1915). — 311. Henning (E.). — Ueber verschidenartige pradisposition des Getreides fur rost (*Land. Akad. Handl. Tids.*, 1894). — 312. *Id.* — Nagra ord om olika predisposition for rost a sad (*Landtbr. Akad. Handl. och Tidskr.*, p. 205-217, 1894). —

313. *Id.* — Lagstiftningen mot Berberis busken med sarskild hansyn till fagans nuvarande lage i vart land (*Tidskr. f. landt.*, p. 1-15, Lund, 1916). — 314. *Id.* Den norske Berberis lagen och dess forhistoria (*Landt.*, 27° *year*, n° 42, p. 1-8, Linkoping, 1916). — 315. *Id.* — Anteckningar om Gulristen (*Puccinia glumarum*) Jamte bilaga bastammaingar av aciditet och sockerhalt i vattebextrakt av vetesorter med olika resistens mot gulrost av. a ; bygden (*Meddel. Centralbl. Forsok. Jordbr. Bot. Avdeln.*, n° 16, 1919). — 316. *Id.* — Rhamnus Cathartica bor icke odlas (*Svensk. Land.*, n° 5, 1921). — 317. Hennings (P.). — Anpassungsverhaltnisse bei Uredineen bezugich der physikalischen. Beschaffenheit des Substrats (*Hedwigia*, XL, p. 125, 1901). — 318. *Id.* — Einige Beobachtungen ueber das gesunden pilzkranker Pflanzen bei veranderten Kulturverhaltnissen (*Zeitschr. f. Pflanzenk.*, XIII, p. 41, 1903). — 319. Henslow (J. S.). — Report on the diseases of Wheat (*Journ. Roy. Agr. Soc. England*, II, p. 1-25, 1841). — 320. *Id.* — On the specific identity of the fungi proceeding Rust and Mildew (*Journ. Roy. Agr. Soc. England*, II, p. 1-25, 1841). — 321. Hiltner (L.). — Neuere Beeachtungen uber den Rostbefall des Wintergetreides (*Prakt. Bl. Pflanzenbau u. Schutz.*, p. 81-84, 1914). — 322. *Id.* — Uber das Auftreten des Rostes am Winterweizen (*Prakt. Blatt. f. Pflanzen., u. Pflanzen* 1904). — 323. *Id.* — Der Schwarzrost des Getreides und die Berberitze. Flugblatter zur Forderun des Pflanzenbaues und des Pflanzenschutzes (n° 36, may 1920). — 324. Hitchcock (A. S.) and Carleton (M. A.). — Preliminary report on rusts of grain (*Kans. Agr. Exp. Stat.*, Bull. 38, 14 p., 1893). — 325. *Id.* — Second report on rusts of grain (*Kans. Agr. Exp. Stat.*, Bull. 46, 1894). — 326. Hock (G.). — Eine neue Rostgefahr für den Roggen (*Wiener Landw. Zeit.*, n° 64, 10 aug. 1904). — 327. Hœrner (G.R. — Biologic forms of *Puccinia coronata* on oats (*Phytopathology*, IX, p. 309-314, 1919). — 328. *Id.* — Infection capabilities of Crown rust on oats (*Phytopathology*, XII, n° 1, p. 4-15, janvier 1922). — 329. Hooker (J. D.). — Flora Antarctica (London, 1847). — 330. Howard (B. J.). — Sectionning of Wheat kernel's(*Journ. Appl. Microsc. and Lab. Methods*, VI, n° 9, p. 2498-2499, 1903). — 331. Howard (A.) and Howard (G. L. C.). — On the inheritance of some characters in Wheat (*Mem. Dept. Agr. India, Bot. Ser.*, V, p. 1647, 1912 ; VII, n°8 ; p. 273-285, 1915). — 332. Howell (J. K.). — The clover Rust (*Cornell Agric. Exp. Stat.*, Bull. XXIV, p. 129-139, 1890). — 333. Humphrey (H. B.), Hungerford (C. W.) and Johnson (A. G.). — Stripe rust (*Puccinia glumarum*) of Cereals and Grasses in the United-States (*Journ. Agric. Research*, XXIX, n° 5, p. 209-227, september 1924). — 334. Hungerford (C. W.). — Wintering of Timothy rust in Wisconsin (*Phytopathology*, IV, n° 4, p. 337-338, 1914). — 335. *Id.* — Rust in seed Wheat and its relation to seedling infection (*Journ. Agric. Research*, XIX, n° 6, june 1920). — 336. *Id.* — Studies on the life history of stripe rust *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. and Hennig. (*Journ. of Agric. Research*, XXIV, p. 607-620, 1922). — 337. Hungerford (C. W.) and Owens (C. E.) — Specialized varieties of *Puccinia glumarum* and Hosts of Variety *Tritici* (*Journ. Agric. Research*, XXV, p. 363-402, 1923). — 338. Hunt (N. R.). — The « Iceless Refrigerator » as un Inoculation chamber (*Phytopathology*, IX, p. 211-212, 1919). — 339. Hurd (A. M.). — The course of Acidity changes during the Growth period of Wheat with special reference to stem rust resistance (*Journ. Agric. Research*, XXVII, n° 10, mars 1924). — 340. Hursh (C. R.). — The relation of temperature and Hydrogen-ion Concentration to Urediniospore Germination of Biologic forms of stem Rust of Wheat (*Phytopathology*, XII, p. 353-361, 1922). — 341. *Id.* — Morphological and physiological studies on the resistance of Wheat to *Puccinia graminis Tritici* Erikss. and Hennig. (*Journ. of Agric. Research*, XXVII, n° 6, february, 1924). — 342. Hutcheson (T. B.) and Quantz (K. E.). — The effect of Greenhouse temperatures on the growth of small grains (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, IX, n° 1, p. 17-21, 1917). — 343. Jackson (H. S. and Mains (E. B.). — Æcial Stage of the orange leafrust of Wheat *Puccinia triticina* Erikss. (*Journ. Agric. Research*, XXII, n° 3, p. 151-171, october 1921). — 344. *Id.* — Æcial stages of leafrusts of rye *P. dispersa* Erikss. and Hennig and of Barley *P. anomala* Rostr. in the United States (*Journ. Agric. Research*, XXVIII, n° 11, p. 1119-1126, june 1924). — 345. Jacquin (N. J.). — Collectanea ad botanicam, chemiam et historiam naturalem spectantia (vol. I, p. 122, fig. 1, tab. 4, Vindobonæ, 1786). — 346. Jaczewski (A. de). — Studien uber das Verhalten des schwarzrostes des Getreides in Russland (*Zeitschr. f. Pflanz.*, Bd. XX, heft. 6, p. 321-359, 1910). — 347. Jardine (W. M.).

— A new Wheat for Kansas (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, IX, p. 257-266, 1917). — 348. Johnson (E. C.). — Timothy rust in the United States (*U. S. Dep. Agric. Bur. Plant. Indust.*, Bull. 224, 1911). — 349. *Id.* — Cardinal temperatures for the germination of uredospores of cereal rusts (*Phytopathology*, II, nº 1, p. 47, 1912). — 350. *Id.*—Floret sterility of Wheats in the Southwest (*Phytopathology*, I, nº 1, p. 18-27, 1911) — 351. *Id.* — Methods in breeding cereals for rust resistance (*Proc. Amer. Soc., Agron.*, II, p. 76-80, 1911). — 352. Johnson and Dickson. — Stem rust of grains and the barberry in Wisconsin (*Agr. Exp. Stat. Univ. of Wisconsin*, Bull. 304, august 1919). — 353. Juel. — Mykologische beitrage I. (*Ofvers k. Ventens. Akad. For.*, nº 8, p. 409-418, 1894). — 354. Karnbach (L.). —Die bisher im Konigl. Botanischen garten zu Berlin beobachteten Uredineen und Ustilagineen mit Einschluss von Protomyce (*Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb.*, Bd. XXIX, 1886). — 355. Kellerman (W. A.). — Spraying to prevent wheat rust (*Exp. Stat. Kansas State Agric. Coll. Manhattan*, Bull. 22, august 1891). — 356. *Id.* — Uredineous infection experiments in 1902 (*Journ. Mycol.*, IX, nº 65, p. 6-13, 1903). — 357. Kempton (F.). — Progress of Barberry eradication (*U. S. Dep. of Agric.*, Dept. circ. 188, oct. 1921). — 358. Kern (F. D.). — The rust of Timothy (*Torreya*, IX, nº 1, p. 3-5, 1909). — 359. *Id.* — Further notes on Timothy rust (*Proc. Ind. Acad. Sc.*, p. 417-418, 1909). — 360. *Id.* — The genetic relationship of parasites (*Amer. Journ. of Bot.*, p. 116-131, march 1915). — 351. Kezer (A.) and Boyach (B.) — Mendelian inheritance in wheat and barley crosses (*Col. Agric. Exp. Stat.*, Bull. 249, 1918). — 362. Kirchner (O. von). — Untersuchungen uber die empfanglichkeit unserer getreide für brand-und Rostkrankheiten (*Fuhlings landw. Ztg.*, Jahr. 65, p. 127, 41-72, 92-137, 1916). — 363. Klebahn (H.). — Zur kenntniss der Schmarostzerpilze Bremens und Nord deutschlands (*Zweit. Bricht. Abh. d. Nat. Ver. z. Bremen*, 1892). — 364. *Id.* — Kulturvsersuche mit heteroccischen Uredineen (*Zeitschr. f. Pflanz. krank.*, Bd. II, 1892 ; Bd. IV, 1894). — 365. *Id.* — Vorlaufige Mittheilung uber den Wirts wechsel der Kronenroste des Getreides und des Stachelbeerrostes (*Zeitschr. f. Pflanz. Krank.*, Bd. III, 1893). — 366. *Id.* — Kulturversuche mit heterocischen Rost pilzen (*Zeitschr. f. Pflanz. Krank.*, Bd. IV, 1894 ; Bd. V, 1896 ; Bd. XVII, 1907 ; Bd. XXIV, 1914). — 367. *Id.* — Ueber den gegenwartigen Stand der biologie der Rospilze (*Bot. zeit.*, nº 10, 1898). — 368. *Id.* — Ein beitrage sur Getreiderost frage (*Zeitschr. f. Pflanz. Krank.*, Bd. VIII, 1898). — 369. *Id.* — Beitrage zur Kenntniss der Getreiderost II. (*Zeitschr. f. Pflanz. Krank.*, Bd. X, 1900). — 370. *Id.* — Einige bemerkungen uber das mycel des Gelbrostes und uber die neueste Phase der Mycoplasma Hypiothese (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. XXII, Berlin, 1904). — 371. *Id.* —Die Wirtswechsehelnden Rostpilze (Berlin, 1904). — 372. *Id.* — Experiments on the Wintering of the teleutospores of Rust in Grasses (*Zeitschr. f. Pflanz. Krank.*, Bd. XXVI, nº 10, 1916). — 373. Kornicke (F.). — Der genwartige Stand der Rostfrage (*Naturhistorische Mitteil.*, 1865). — 374. — *Id.* — Mycologische beitrage (*Hedwigia*, 1877). — 375. *Id.* — Handbuch der Getreide (1885). — 376. — Die Entsehung und das Verhalten neuer Getreivarietaten (*Archiv. f. Biontologie*, Bd. II, 1908). — 377. Kuhn (H.). — Die krankheite nder Kulturgewaschseihre Ursachen und ihre Verhütung (Berlin, 1858). — 378. Lagerheim (G.). — Uredineen Herbarii Eliae Tries (*Tromsö Muséums Aarskifius*, Tromsö nº 12' 1895). — 379. *Id.* — Uber eine neue grasbewohnende *Puccinia* (*Ber. der. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. VI, 1888). — 380. — *Id.* — Ueber das Vorkommen von Europaischen Uredineen auf der Hochebene von Quito (*Bot. Centralbl.*, Bd. LIV, nº 11, p. 324-327, 1893). — 381. *Id.* — Uber Uredineen mit variablem Pleomorphismus (*Tromso Museums Aarshefter*, 1893). — 382. *Id.* — Contribution à la flore mycologique des environs de Montpellier (*Bull. Soc. Myc.*), Paris 1899. 383. Lambert (A. B.). — Description of the Blight of Wheat, *Uredo frumenti* (*Transact. of the Linn. Soc.*, IV, p. 193, London, 1798). — 384. Lang (W.). — Beobachtungen uber das Gelbrostes (*Festchr. zur feier des* 100 *jahr. Betschen W. Wurttemb. Land. Hocks Hohenheim*, 1898). — 385. Leach (J. G.). — The parasitism of *Puccinia graminis tritici* Erikss. and Hennig. and *P. graminis tritici compacti* Stak. and Piem (*Phytopathology*, IX, nº 2, p. 59-88 february, 1919). — 386. Leveillé (J.-H.). — Recherches sur le développement des Uré, dinées (*Ann. Sc. nat. Bot.*, XI, p. 5-15, 1839). — 387. *Id.* — Urédinées (*Dict. d'Histoire nat*- XII, 1849). — 388. Levine (M. N.). — The epidemiology of Cereal rusts in general and Black stem Rust in particular (*U. S. Dept. Agric. Bur. Plant. Indus., Off. Cereal Inves.*, 1919).

389. *Id.* — A statistical study of the comparative morphology of Biologic forms of *Puccinia graminis* (*Journ. Agric. Research*, XXIV, p. 539-568, 1923). — 390. LEVINE (M. N.) and STAKMAN (E. C.). — A third biologic forms of *Puccinia graminis* on Wheat (*Journ. Agric. Research*, XIII, p. 651-654, 1918). — 391. *Id.* — Biologic specialization of *Puccinia graminis secalis* (*Phytopathology*, XIII, p. 35, 1923). — 392. LIND (J.). — Berberisbusken of Berberisloven (*Tidsskr. Plante.*, Bd. XXII, p. 729-780, Kobenhaven, 1915). — 393. LINHART (G.). — Az Eriksson-féle mycoplasma elmélet (*Kiserlet. Kozlem.* Kot. 1, fuz. 6, Budapest, 1898). — 394. *Id.* — Gabonanak Rozsdabetegsége Kulonos tekintettel a Buza rozsdajara (Budapest, 1900). — 395. LIRO (Lindroth J. L.). — Anmarkning svarda rost och brandswampar fran Aland och lavastland (*Med. af. Soc. Faun. et Flor. fenn.*, hft. 24, 1900). — 396. *Id.* — Uredineæ fennicæ (Helsingfors, 1908). — 397. LITTLE (W. C.). — Report in wheat mildew (*Journ. Roy. Agric. Soc. England*, ser. 2, XIX, p. 634-691, 1883). — 398. LITVINOFF. — Échelles pour les Rouilles du Blé (*P. triticina* et *R. glumarum* Report of the Int. Conf. of Phytopathology, p. 257, *Holland*, 1923). — 399. LITVINOV (N. J.). — Sur l'attaque des Froments printaniers par *P. glumarum* ERIKSS. et HENNIG. à la Station expérimentale du Bureau de Botanique appliquée à Voronèze, en 1914 (*Trudy. Biuro Prikl. Bot.*, VIII, p. 808-815, résumé en français, p. 814-815). — 400. LLOYD (F. E.). — The Physiology of stomata (*Carnegie Inst. Wash.*, pub. 82, 1908, pub. 314, 1921). — 401. LOFTFIELD (J. V. G.). — The behavior of stomata (*Carneg. Inst. Wash.*, pub. 314, 1921). — 402. LONG (W. H.). — Influence of the Host on the morphological characters of *Puccinia Ellisiana* and *Puccinia Andropogonis* (*Journ. Agric. Research*, II, n° 4, p. 303-319, 1914). — 403. LOVERDO (J.). — Les maladies cryptogamiques des céréales (Paris, 1892). — 404. LUDI (W.). — *Puccinia Petasiti Pulchellæ* nov. spec. (*Centralbl. f. Bakt.*, II, Bd. XLVIII, 1917). — 405. MACKIE (W. W.) and ALLEN (R. F.). — The resistance of oat varieties to stem Rust (*Journ. Agric. Research* XXVIII, n° 7, p. 705-720, may 1924). — 406. MAGNEVILLE (DE). — Mémoire sur la Rouille des Blés tendant à prouver qu'elle n'est pas produite par l'Épine-Vinette (*Mém. Soc. Roy. d'Agric. et de Commerc. de Caen*, III, 1830). — 407. MAGNIN. — Les Rouilles des céréales et leur développement dans ses rapports avec les conditions extérieures et la réceptivité (*Mém. Soc. d'émulat. du Doubs*, 7e série, t. VIII, 1903-1904). — 408. MAGNUS (P.). — Zweiter Nachtrag zu dem Verzeichnisse der im Botanischen garten zu Berlin beobachteten Ustilagineen und Uredineen (*Verh. d. Bot. Ver. d. Prov.*, Bd. XXXII, 1890). — 409. *Id.* — Über das Auftreten der Stylosporen bei den Uredineen (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. IX, 1891). — 410. *Id.* — Einige bemerkungen über die auf Phalaris arundinacea auftretenden Puccinien (*Hedwigia*, Bd. XXXIII, 1894). — 411. Ueber das Mycelium des Æcidium Magellanicum Berk (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. XV, hft. 2, 1897). — 412. *Id.* — Ueber eine function der Paraphysen von uredo lager (*Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, XX, p. 334, 1902). — 413. MAINS (E. B.). Some factors concerned in the germination of rust spores (*Michigan Acad. Sc., Rept.*, XVII, p. 136-140, 1915). — 414. *Id.* — The relation of Some Rusts to the Physiology of their Hosts (*University of Michigan*, may 1916). — 415. *Id.* Notes on Greenhouse methods (1923). — 416. MAINS (E. B.) and JACKSON (H. S.). — Two strains of *Puccinia triticina* on Wheat in the United States (*Phytopathology*, XI, p. 40, 1921). — 417. *Id.* — Strains of the leaf-Rust *Puccinia triticina* in the United-states (*Phytopathology*, XIII, p. 36, 1923). — 418. MAINS (E. B.) and LEIGHTZ (C. E.). — Resistance in Rye to Leaf-Rust, *Puccinia dispersa* ERIKSS. (*Journ. Agric. Research*, XXV, p. 243-252, 1923). — 419. MAIRE. — L'évolution nucléaire chez les Urédinées et la sexualité (*Bull. Soc. Mycol.*, 1901). — 420. *Id.* — Recherches cytologiques et taxonomiques chez les Basidiomycetes (*Bull. Soc. Mycol.*, 1902). — 421. MANEVAL (W. E.). — Germination of teliospores of Rust at Columbia Missouri (*Phytopathology* XII, n° 10, p. 471-488, oct. 1922). — 422. *Id.* — The viability of Uredospores (*Phytopathology* XIV, n° 9, p. 403-407, sept. 1924). — 423. MARCHAL (E.). — Rapport sur les maladies cryptogamiques étudiées au laboratoire de l'Institut Agronomique de l'État, Bruxelles, 1900). — 424. *Id.* — Recherches sur les Rouilles des céréales (Bruxelles, 1903). — 425. MARRYAT (D. C. E.). — Notes on the infection and histology of two wheats immune tot the attacks of *Puccinia glumarum*, yellow rust (*Journ. Agric. Sc.*, II, p. 127-137, 1907). — 426. MASSEE (G.). — On the presence of Sexual organs in Æcidium (*Ann. of Bot.*, II, 1888). — 427. *Id.* — The cereal rust problem. Does Eriksson's Mycoplasma exist in nature? (*Nat.*

Sc., XV, nº 93, p. 337-346, 1899). — 428. *Id.* — A text book of Plant disease (London, 1903). — 429. *Id.* — On the origin of Parasitism fungi (*Phil. trans. Roy. Soc. of London*,III,1905). — 430. MELCHERS (L. E.). — A way of obtaining an abundance of large Uredinia from artificial culture (*Phytopathology*, V, nº 4, p. 236-237, 1915). — 431. *Id.* — *Puccinia triticina* ERIKSS. Leaf rust of winter wheat causes damage in Kansas (*Phytopathology*, VII, p. 225, 1917). — 432. MELCHERS (L. E.) and PARKER (J. H.). — Another strains of *Puccinia graminis* (*Kans. Agric. exp. Stat.*, Circ. 68, 1918). — 433· *Id.* — Three varieties of hard red winter wheat resistant to stem rust (*Phytopathology*, VIII, nº 2n, p. 79, 1918). — 434. *Id.* — Three winter wheat varieties resistant to leaf rust in Kansas (*Phytopathology*, X, nº 3, p. 164-171, 1920). — 435. *Id.* — Rust resistance in winther wheat varieties (*U. S. Dept. of Agric.*, Bull. nº 1046, 1922). — 436. *Id.* — Inheritance of resistance to black stem rust in crosses between varieties of common wheat (*Triticum vulgare*) (*Phytopathology*, XII, p. 31-32, 1922). — 437. MELHUS (I. E.). Culturing of Parasitic fungi on the Living Host (*Phytopathology*, II, p. 197-203, 1912). — 438. *Id.* — Germination and infection with the lungus of the late blight of Potato (*Iowa Agric. Exp. Stat. Reearch*, Bull. 37, 1915). — 439. MELHUS (I. E.), DIETZ (S. M.) and WILLEY (F.). — The alternate hosts and biologic specialization of crown rust in America (*Iowa Agric. Exp. Stat. Research.*, Bull. 72, p. 211-236, 1922). — 440. MELHUS (I. E.) and DURREL (L. W.). — Cereal rust of samll grains (*Agric. Exp. Stat. Iowa. Stat. Coll.*, nº 42, nov. 1919). — 441. *Id.* Studies on the crown rust of Oats (*Iowa Agric. Exp. Stat. Research.*, Bull. 49, 1919). — 442. MELHUS (I. E.), DURREL (L. W.), and KIRBY (R. S.). — The relation of the Barberry Rust in Iowa (*Iowa Agric. Exp. Stat.*, Bull. 57, janv. 1920). — 443. MERCER (W. H.). — Investigations of Timothy rust in north Dakota during 1913 (*Phytopathology*, IV, nº 1, p. 20-22n 1914). — 444. MONTEMARTINI (L.). — La Ruggine dei Cereali in rapporto colla concimazione (*Riv. Patol. Veg.*, IV, p. 53-56, 1909). — 445. MUHLETHALER (F.). — Infektionsversuche mit Rhamnus befallenden Kronenrosten (*Centralbl. f. Bakt.*, XXX, p. 386-419, 1911). — 446. MULLER (F.). — Beitrage zur Kenntnis der Grasroste (*Beitr.z Bot. Cent.*,X, 1901). — 447. *Id.* — Lecture on rust in Cereals (Landb. Victoria, 1865). — 448. MULLER (H. J.). — Genetic variability, between hybrids and constant Hybrids in a case of balanced lethal factors (*Genetics*, III, nº 5, p. 422-499, 1918). — 449. MULLER (H. C.) and MOLZ (E.). — Uber das auftreten des Gelbrostes (*Puccinia glumarum*) am Weizen in den Jahre 1914 und 1916 (*Fuhling's Landw. Ztg.*, p. 42-44, 1917). — 450. MULLER (J.). — Die Rostpilze der Rosa und Rubus Arten und die auf ihnen vorkommenden Parasiten (*Landw. Jahrb.*, Bd. XV, Berlin, 1886). — 451. NESTLER (A.). — Ueber einen in der Frucht von Lolium temulentum vorkommenden Pilz (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. XVI, 1898). — 452. NEUMANN (R.). — Uber die Entwickelungsgeschichte der Æcidien un Spermogonien der Uredineen (*Hedwigia*, XXXIII, p. 346, 1894). — 453. NEWCOMBE (F. C.). — Perennial mycelium of the Fungus of Blackberry Rust (*Journ. of Mycol.*, VI, 1890). — 454. NEWTON (M.). — Biologic forms of Wheat stem rust in Western Canada (*Proc. Western Can., Soc. Agron.*, I, p. 34-35, 1920). — 455. *Id.* — Studies in wheat stem Rust (*Puccinia graminis tritici*) (*Trans. Roy. Soc. Canada*, sér. 3, XVI, p. 153-210, 1922). — 456. NIELSEN (P.). — Sydvestsjallands vegetation (*Bot. Tidssk. Raek.* 2, Bd. 2, 1872-1874). 457. *Id.* — Om Rusten pa Jornarterne og « Berberisfejden » (*Ugeskrift for Land.*, 1874). — 458. *Id.* — Om Rusten in Vintersœden (*Ugesk. f. Land.*, 1874). — 459. *Id.* — De for Landbruget farligeste Rustarter of Midlerne mod dem (*Ugesk. f. land.*, 1875). — 460. *Id.* — Bemœrkninger om nogle Rustarter, navnling om en genetisk Forbindelse mellem Acidium Tussilaginis of *Puccini Poarum* n. sp. (*Bot. tidssk.* Rœk. 3, Bd. II, 1877-1879). — 461. *Id.* — Om Brand og Rustsvampe samt Milder til at Forebygge deres Angreb paa Kornarterne (*Foredrag, Faxe*, 1877). — 462. NILSON-EHLE (H.). — Kreusungsuntersuchungen and hafer und Weizen (*Lunds Univ. Arsskr.*, N. F. Aft. 2, Bd. VII, nº 6, 1911). — 463. NOACK (F.). — Beitrag sur Rostfrage (*Zeitschr. f. Pflanzenkranlheiten*, Bd. V, 1895). — 464. NOFFREY. — Rouilles des céréales (*Journ. Agric.*, 1901). — 465. NORTON (J. B.). — Methods used in breeding asparagus for rust resistance (*U. S. Dep. Agric. Bur. Plant. Indus.*, Bull. 263, 1913). — 466. ORTON (W. A.). — The development of disease resistant varieties of plants (*C. R. et Rapp IVe Conf. Intern. Genet.*, Paris, 1911). — 467. PANTANELLI (E.). — Selezione e creazione di piante resistanti alle malattie (*Riv. Biol.*, III, p. 172-198, 1921). — 468. PARKER (J. H.). — Greenhouse experiments on the rust resistance of oats varieties (*U. S. Dep.*

Agric., Bull. 629, 1918). — 469. *Id.* — A review of literature on the Rusts of Oats with notes on their distribution in the United States (*Proc. Kans. Acad. Sc.*, XXX, p. 71-118, 1922). — 470. PEARSON (A. N.). — Rust in Wheat (*Victoria Dep. Agric.*, Bull. 14. Melbourne, 1891). — 471. PERSOON (C. H.). — Tentamen dispositionis methodicæ fungorun (Lipsiæ. 1797). — 472. *Id.* — Synopsis methodica fungorum (Gottingæ, 1801). — 473. PELTIER (G. L.). — A study of the environmental conditions influencing the development of stem Rust in the absence of an alternate host (*Nebraska Agric. Exp. Stat. Reseach.* Bull. 22, 1922; Bull. 25, 1923). — 474. PLOWRIGHT (C.B.). — Mahonia aquifolia as a Nurse of the Wheat Mildew (*Proc. Roy. Soc.*, London, 1883). — 475. *Id.* — Some observations on the germination of the Uredines (*Rec. of the Woolhope Trans.*, 1881). — 476. *Id.* — The connection of Wheat Mildew (*Puccinia graminis* PERS.) with the Barberry Æcidium (*Æc. Berberidis* GMEL.) (*Rec. of the Woolhope trans.*, 1882). — 477. *Id.* — Reproduction of Heterœcius Uredines (*Linn. Soc London Bot.*, XXI, p. 368, 1884). — 478. *Id.* — On the life-History of certain British Heterœcismal Uredines (*Quart. Journ. of Micr. Sc.*, XXV, London. 1885). — 479. *Id.* — Heteroicism in Fungi (*Gard. Chron.*, sér. 3, IV, 1888). — 480. *Id.* — A Monograph of the British Uredineæ and Ustilagineæ (London, 1889). — 481. *Id.* — Barberry and Wheat Mildew (*Gard. Chron.* XXIII, p. 45, 1898). — 482. *Id.* — Observations sur la biologie de certaines Urédinées relatives à la valeur de certaines espèces biologiques (*Bull. Soc. Mycol.*, 1901). — 483. POGGE (F.). — Zur Rostfrage (*Zeitschr. f. Pflanz. Krankhe.*, Bd. III, 1893). — 484. POIRAULT (G.). — Les Urédinées et leurs plantes nourricières (*Journ. de Bot.*, IV, 1890). — 485. PRAIN (D.). — Rust in Wheat in the Australian Colonies (*Agric. Ledger.*, n° 16. Calcutta, 1897). — 486. PRILLIEUX (E.). — Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers. causées par des parasites végétaux (Paris, 1895). — 487. PRITCHARD (F. J.). — A preliminary report on the Yearly origin and dissemination of *Puccinia graminis* (*Bot. Gaz.*, LII, n° 3. p. 169-192, 1911). — 488. *Id.* — The wintering of *Puccinia graminis tritici* ERIKSS. et HENNIG. and the infection of Wheat through the seed (*Phytopathology*, vol. I. n° 5, p. 150-154, 1911). — 489. PRUNET. — Les Rouilles des céréales dans la région toulousaine (*Ass. franç. avanc. Sc.* Session de Montauban. 1902, et Session d'Angers. 1903). — 490. PUTTICK (G. F.). — The reaction of the F. generation of a cross between a common and a Durum wheat to two biologic forms of *Puccinia graminis* (*Phytopathology*. XI, p. 205-213. 1921). — 491. RAINES (M. A.). — Vegetative vigor of the host as a factor influencing susceptibility and resistance to certain Rust diseases of the Higher Plants (*Amer. Journ. Bot.*, IX. p. 183-203, 1922). — 492. RATHAY (E.). — Untersuchungen über die spermogonien der Rostpilze (*Deutschr. d. K. Akad. d. Wiss.*, Bd. XLVI, abt. 2. Wien, 1883). — 493. REED (G. M.). — Physiological specialization of Parasitic Fungi (*Mem. Brooklyn Bot. Gard.*, I. 348-409. 1918). — 494. REED (H. S.) and HOLPES (F. S.). — A study of the Winter resistance of the uredo. spores of *Puccinia coronata* Cda. (*Ann. Rept. Virginia Poly. Inst. Agric. Exp. Stat.*, p. 78-81. 1922). — 495. REINHART (M. O.). — Das Wachstum der Pilzhyphen. Ein Beitrag eu Kenntnis des Flachenwachstums vegetabilischer Zellenmembrane (*Pringsheims jahrb.. f. wiss. Bot.*, Bd. XXIII. 1892). — 496. REMER (W.). — Der Rist des Getreides in Schlesien in Sommer 1903 (*Zeitschr. Planzenk.*. Bd. XIV, p. 65-70, 1904). — 497. RICHARDS (H. M.). — On some points in the development of Æcidia (*Proc. Amer. Acad. Sc.*, XXXI, p. 255, 1895). — 498. RIVET (G.). — Influence des plantations d'Épine-Vinette sur le développement de la Rouille des Céréales (*Bull. Soc. Bot. France*, XVI. 1869). — 499. ROBINSON (W.). — On some relations between *Puccinia Malvacearum* and the tissues of ist host plant (*Althea rosea*) (*Mem. Proc. Manchester, lit. Phil. Soc.*, LVII. n° 11. 1913). — 500. *Id.* Some experiments on the effect of external stimuli on the sporidia of *Puccinia Malvacearum* MONT.) (*Ann. of Botany*, XXVIII. p. 330-340, 1914). — 501. ROSEN (H. R.). — The behavior of Telia of *Puccinia graminis* in the South (*Mycologia*, XIII, n° 2, p. 11, march 1921). — 502. ROSEN (H. R.) and KIRBY (R. S.). — A comparative morphological study of Æcia of four different Rusts found upon Barberries in North America (*Phytopathology*, IX. p. 569-573, 1919). — 503. ROSTRUP (E.). — Uddrag af en Beretning til Finantsministeriet (Kopenhaun, 1883). — 504. *Id.* — Rust og Berberis (*Om Land. Kulturplanter of dertil hor. Frodlc.* n° 4, 1884). — 505. *Id.* — Et nyt vaerskifte hos uredineæ (*Overs k. Dansk. Vidensk. Selsk.*, *Forh.*, n° 5. p. 269-276, 1898). — 506. SACCARDO (P. A.). — Sylloge fungorum (vol. VII, 1888)

— 507. SACHS (J.). — Physiologische notizen VII. Ueber Wachsthumsperioden und Bildungsreize (*Flora*, Bd. LXXVII, Marburg, 1893). — 508. SALMON (E. S.). — On specialization of parasitism in the Erysiphaceæ (*Beih. Bot. Centralbl.*, Bd. XIV, Heft. 3n, p. 261-315, 1903). — 509. *Id.* — On Erysiphe graminis D. C. and its adaptive parasitism within the genus Bromus (*Ann. Mycol.*, II, n° 3, p. 255-257, n° 4, p. 307-343, 1904). — 510. SALMON (E. C,). — Establishing Kanred Wheat in Kansas (*Kans Agric. Exp. Stat.*, Circ. 74, 1919). — 511. SAPPIN-TROUFFY. — La pseudofécondation chez les Urédinées et les phénomènes qui s'y ratachent (*C. R.*, CXVI, p. 1304, 1893). — 512. *Id.* — Recherches histologiques sur la famille des Urédinées (*Botaniste*, sér. 5, p. 59-244, 1896). — 513. SCHFFNIT (E.). — Biologische Beobachtungen über die Keimfakigkeit und Keimung der Uredo und Æcidiensporen der Getreideroste (*Ann. Mycol.*, VII, p. 509-523, 1909). — 514. SCHELLENBERG (H. C.). — Untersuchungen uber das Verhalten einiger Pilze gegen Hemizellulosen (*Flora*, LXLVIII, p. 257-308, 1908). — 515. SCHREIBER. — Uber die Bezihungen zwischen dem Umsichgreifen der Rostkrankheit bei dem Weizen und den Witterungsverhaltnissen (*Mtit. Land. Pres. ver. Zu.*, Dresden, 1891). — 516. SCHROTER (J.). — Entwickelungsgeschichte einiger Rostpilze (*Cohn's Beitr. z. Biol.*, heft. 3, 1875). — 517. *Id.* — Pilze (*Cohn's Kryptogamenflora von Schles.*, Bd. III, lief. 3, Breslau, 1887). — 518. *Id.* — Zur Entwickelungsgesch icthe der Uredineen (*Jahresb. d. Schl. Ges. f. Vat., Kult. Jahrg.*, 1893). — 519. SCHULZ (A.). — Abstammung und Heimat des Weizens (*Jahresbericht. des West. falischen Provinzial vereins*, 1911). — 520. SCHULZ (E. R.) and THOMPSON (N. F.). — Some effects of Sodium arsenite when used to kill the common Barberry (*U. S. Dep. of Agric. Dep.*, Bull. 1316, april 1925). — 521. SEMADENI (O.). — Beitrage zur biologie und morphologie einiger Uredineen (*Centralbl. f. Bak. Par. u. Infek.*, Bd. XLVI, p. 451-468, 1916). — 522. SHELDÓN (J. L.). — The effect of different soils on the development of the carnation Rust (*Bot. Gaz.*, XL, n° 3, p. 225-229, 1905). — 523. SHUTT (F. T.). — The effect of rust in the Straw and grain of Wheat (*Nor'west Farmer, Winnipeg, Manitoba*, 28 oct. 1904). — 524. SINCLAIR (J.). — On the uses of salt for agricultural Purposes (*Code of Agr.*, ed. 3, app. 9, London, 1821). — 525. SMITH (W. G.). — Diseases of Field and Garden crops (London, 1884). — 526. *Id.* — SweetWilliamFungus (*Gard. Chron.*, ser. 2, XXI, 1884). — 527. *Id.* — Corn Mildew (*Gard. Chron.*, XXIV, 1885). — 528. — *Id.* Corn Mildew and Baberry blight (*Gard. Chron.*, XXV, n° 636, p. 309-310, 1886). — 519. SMITH (G.). — The Haustoria of the Erysipheæ (*Bot. Gaz.*, XXIX, n° 3, p. 153-184, 1900). — 530. SMITH (R. E.). — The water relation of *Puacinia Asparagi* (*Bot. Gaz.*, XXXVIII, n° 1, p. 19-43, 1904). — 531. *Id.* — Asparagus and Asparagus rust in California (*California Agric. Exp. Stat.*, Bull. 165, p. 1-99, 1905). — 532. SORAUER (P.). — Giebt es eine Pradisposition der Pflanzen fur gewisse Krankheiten? (*Landw. Vers. Stat.*, Bd. XXV, 1880). — 533. *Id.* — Handbuch der Pflanzenkranheiten (Aufl. 2, th. 2, Berlin, 1886). — 534. *Id.* — Die seitens der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschatf angestellten Erbehungen über das Auftreten des Getreiderostes und anderer Krankheiten im jahre 1891 (*Zeitschr. f. Pflanzen. Krankh.*, Bd. II, 1892). — 535. *Id.* — Welche Werte hat Preussen im Jahre 1891 durch die Getreideroste verloren? (*Zeitschr. f. Pflanz.*, Bd. III, 1893). — 536. *Id.* Das Verhalten des Getreiderostes in trockenen und nassen Jahren (*Zeitschr. f. Pflanz. Krankh.*, Bd. IV, 1894). — 537. *Id.* — Auftreten des Getreiderostes 1892 (*Jahrb. d. Deutsch. Land. Gesell.*, 1893). — 538. Die Pradisposition des Pflanzen fur parasitare Krankheiten (*Deutsch. Land. Ges.*, Berlin, 1903). — 539. SOWERBY (J.). — Coloured figures of English fungi of Mushrooms (vol. 2, tab. 140, London, 1799). — 540. SPINKS (G. T.). — Factors affecting susceptility to disease in plants (*Journ. Agr. Sc.*, V, pt. 3, p. 231-27, 1913). — 41. STAKMAN (E. C.). — A study in Cereal Rusts. Physiological Races (*Agric. Exp. Stat. Minn.*, Bull. 138, 1914). — 542. *Id.* — A preliminary report on the relation of Grass Rusts to the Cereal Rust problem (*Phytopathology*, IV, n° 6, p. 411, 1914). — 543. *Id.* — Relation between *Puccinia graminis* and Plants highly resistant to its attack (*Journ. Agric. Research*, IV, p. 193-200, 1915). — 544. *Id.* — The Black stem Rust and the Barberry (*Yearbook of the Dep. of Agric.*, 1918). — 545. *Id.* — Destroy the Common Barberry (*Farmer's Bulletin*, n° 1058, Washington, august 1919). — 546. *Id.* — Barberry eradication prevents Black rust in Western Europe (*U. S. Dep. of Agric. Dep.*, Circ. n° 269, april 1923). — 547. — *Id.* — The species concept from the point of view of a plant Pathologist (*Amer. Journ. of Bot.*,

X, p. 239-244, may 1923). — 548. *Id.* — Black rust of Wheat. — 549. Stakman (E. C.) and Aamodt (O. S.). — The effect of Fertilizers on the development of Stem Rust of Wheat *Phytopathology*, XII, p. 31, 1922). — 550. Stakman (E. C.), Henry (A. W.), Curran (G. C.) and Christopher (W. N.). — Spores in the upper Air (*Journ. Agric. Research*, XXIV, n° 7, may 1923). — 551. Stakman (E. C.) and Hœrner (G. R.). — The occurence of *Puccinia graminis tritici compacti* in the southern U. S. (*Phytopathology*, VIII, n° 4, april 1918). — 552. Stakman (E. C.) and Jensen (Louise). — Infection experiments with timothy rust *Journ. of Agric. Research*, IV, n° 5, november 1915). — 553. Stakman (E. C.) and Levine (M. N.). — Effects of certain ecological factors on the morphology of the Urediniospores of *Puccinia graminis* (*Journ. Agric. Research*, XV, 1919). — 554. *Id.* — The determination of Biologic forms of *Puccinia graminis* on *Triticum* sp. (*Minn. Agric. Exp. Stat Tech.*, Bull. 8, 1922). — 555. *Id.* — *Puccinia graminis Poæ* Erikss. and Henn. in the United States (*Journ. of Agric. Research*, XXVIII, n° 6, 10 may 1924). — 556. Stakman (E. C.), Levine (M. N.) and Bailey (D. L.). — Biologic forms of *Puccinia graminis* on varieties *Avena* sp. (*Journ. Agric. Research*, XXIV, p. 1013-1018, 1923). — 557. Stakman (E. C.), Levine (M. N.) and Leach (J. G.). — New biologic forms of *Puccinia graminis* (*Journ. of Agric. Research*, XVI, n° 3, january 1919). — 558. Stakman (E. C.), Parker (J. H.) and Piemeisel (F. J.). — Can biologic forms of stem Rust on Wheat change rapidly enough to interfere with breeding for rust resistance? (*Journ. Agric. Research*, XIV, p. 111-123 1918). — 559. Stakman (E. C.) and Piemeisel (F. J.). — Biologic forms of *Puccinia graminis* on Cereals and Grasses (*Journ. Agric. Research*, X, n° 9, august 1917). — 560. *Id.* — Infection of Timothy by *Puccinia graminis* (*Journ. Agric. Research*, VI, n° 21, p. 813-816, 1916). — 561. *Id.* — A new strain of *Puccinia graminis* (*Phytopathology*, VII, n° 1, p. 73, 1917). — 562. Stakman (E. C.), Piemeisel (F. J.) and Levine (M. N.). — Plasticity of Biologic forms of *Puccinia graminis* (*Journ. of Agric. Research*, XV, n° 4, october 1918). — 563. Stevens (N.). — A method for studyingthe humidity relations of fungi in culture (1916). — 564. Sydow (P. et H.). — Monographia Uredinearum. I. Genus Puccinia (1902-1904). — 565. *Id.* — Neue und Kritische Uredineen (*Ann. Mycol.*, I, p. 324, 1903). — 565. Thiel (A. F.) and Freemab Weiss. — The effect of citric acid on the germination of the teliospores of *P. graminis tritici* (*Phytopathology*, X, n° 10, p. 448-452, 1920). — 567. Thumen (F. von). — Ist der Berberitzenrost nothwendig zur Erzeugung des Grasrostes? (*Œst. Landw. Wochenb.*, 1883). — 568. *Id.* — Die Bekampfung der Pilzkrankheiten unserer Kulturgewachse (Wien. 1886). — 569. *Id.* — Rostpilze als Dekorations material (*Zeitschr. f. Pflanz.*, Bd. II, 1892). — 570. Tischler (G.). — Kürzer Bericht uber die von Eriksson und mir ausgefuhrten Untersuchungen uber das vegetative Leben des Gelbrostes (*Biol. Centralbl.*, Bd. XXIV, 1904). — 571. Trail (J. W. H.). — Revision of the Uredineæ and the Ustilagineæ of Scotland (*Scott. Natur.*, ser. 2, vol. 4, 1890). — 572. Tranzschel (W.). — Ueber einige auf grund von irrtumlicher Bestimmung der Nahrpflanzen aufgestelle Puccinia Arten (*Ann. Mycol.*, II, p. 158, 1904). — 573. *Id.* — Ueber die Moglichkeit, die biologie wirtswechselnder Rostpilze auf Grund morphologicher Merkmale vorauszusehen (*Arbeit. der Kais. St. Petersbourg. Nartuf. Ges.*, XXXV, p. 1, 1904). — 574. *Id.* — Beitrage zur Biologie der Uredineen I, II (*Trav. d Mus. Bot. de l'Acad. Imp. de Sc. de St. Petersbourg*, Iv. 3, 1906). — 575. *Id.* — Kulturversuche mit Uredineen in den Jahren 1911-1913 (*Mycol. Centralbl.*, Bd. IV, 1914). — 576. Treboux (O.). — Uberwintering vrmittels Myeels bei einigen parasitischen Pilzen (*Mycol. Centralbl.*, Bd. V, 1915). — 577. *Id.* — Infektionsversuche mit parasitischen Pilzen III (*Ann. Mycol.*, X, p. 557-563). — 578. Tschemark (E. von). — Uber Seltene Getreidebastarde (*Beitrage z. Pflanzenzuch*, III, p. 49, 61, 1913). — 579. Tubeuf (C. von). — Einige Beobachtungen uber die Verbreitung parasitarer Pilze durch den Wind (*Arbeit. a. d. Biol. Abt. f. Land. u. Forst. am. Kais. Ges.*, Bd. II, Berlin, 1902). — 580. Tulasne (L. R.). — Second mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées (*Ann. Sc. nat. Bot.*, sér. 4, 1854). — 581. Tulasne (L. R.) et Charles. — Memoire sur les Ustilaginees comparées aux Uredinées (*Ann. Sc. nat. Bot.*, série 3, VII, p. 12-126, 1847). — 582. Vavilow (N.). — Ueber den Weizen Bastard *Triticum vulgare* Vill *Triticum monococcum* L. (*Bull. f. Angewandte Botanik*, 1913). — 583. *Id.* — Beitrage zur Frage uber die Verschiedene Widerstandsfahigkeit der Getreide gegen Parasitische Pilze (*Trudy Selek. Stan. Moskov. Selskohkoz.*, *Inst.* I, p. 108, 1913). —

584. *Id.* — Immunity to fungous diseases as a physiological tes in genetics and systematics exemplified in cereals (*Journ. Genetics*, IV, p. 49-65, 1914). — 585. *Id.* — Immunity of plants to infectious disease (Moscow, 1919. — 586. Vilmorin (H.). — Essais de croisement entre Blés différents (*Bull. Soc. Bt. France*, XXVII, p. 356-361, 1880). — 587. *Id.* — Expériences de croisement entre des Blés différents (*Bull. Soc. Bot. de France*, XXX, p. 58-63, 1883). — 588. Vilmorin (Ph.). — La récolte des Blés en France (*Soc. nat. d'Agric.*, p. 661, 1902). — 589. Waldron (L. R.) and Clark (J. A.). — Kota, a rust resisting variety of common spring wheat (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, II, nº 5, p. 187-195, 1919). — 590. Ward (M.). — Illustrations of the structure and life-History of *Puccinia graminis*, the fungus causing the « rust » of Wheat (*Ann. Bot.*, II, nº 6, p. 217-222, 1888). — 591. *Id.* — Croonian lecture. On some relations between Host and Parasite in certain epidemic diseases of Plants (*Proc. Roy. Soc. London*, XLVII, p. 393-443, 1890). — 592. *Id.* — The bromes and their rust fungus, *Puccinia dispersa* (*Ann. Bot.*, XV, p. 560-562, 1901). — 593. *Id.* On the question of Predisposition and Immunity in Plants (*Proc. Cambridge Phil. Soc.*, XI, p. 307-328, 1902). — 594. *Id.* — On the relation between Host and Parasite in the Bromes and their Brown Rust, *Puccinia dispersa* Erikss. (*Ann. Bot.*, XVI, p. 233-315, 1902). — 595. *Id.* Experiments on the effect of Mineral Starvation on the Parasitism of the Uredine Fungus *Puccinia dispersa*, on species of Bromus (*Proc. Roy. Soc.* London, LXXI, p. 138-151, 1902). — 596. *Id.* — On pure culture of a Uredine, *Puccinia dispersa* (*Proc. Roy. Soc.*, London, LXIX, p. 451-466, 1902). — 597. *Id.* — On the Histology of *Uredo dispersa* Erikss. and the Mycoplasm hypothesis (*Proc. Roy. Soc.*, London, 71, p. 473, 1903). — 598. *Id.* — Further observations on the Brown Rust of the Bromes, *Puccinia dispersa* Erikss. and its adaptive parasitism (*Ann. Mycol.*, I, p. 132-151, 1903). — 599. *Id.* — On the History of *Uredo dispersa* Erikss, and the Mycoplasm hypothesis (*Phil. trans. London*, XCVI, p. 29-46, 1904). — 600. *Id.* — Recent researches on the Parasitism of Fungi (*Ann. Bot.*, vol. XIX, nº 73, p. 1-54, 1905). — 601. Weaver (J. E.). — The effects of certain rusts upon the transpiration of their hosts (*Minn. Bot. Studies*, IV, p. 379-406, 1916). — 602. Webber. — Peridial cells characters in the classification of the Uredineæ (*Amer. Nat.*, XXIV, p. 177, 1890). — 603. Weiss (F.). — The effect of Rust infection upon the water requirement of Wheat (*Journ. Agric. Research*, XXVII, nº 2, 1924). — 604. Woronin (M.). — Untersuchungen uber die Entwickelung des Rostpilzes (*Puccinia helianthi*) welcher die Frankheit der Sonnenblume verrursacht (*Bet. Zeitschr.*, XXX, p. 676-684, 1872). — 605. Zach (F.). — Cytologische untersuchungen and den Rostflechen des Getreides und die Mycoplasmatheorie J. Eriksson's (*Sitzungber. Kais. Akad. Wiss. Wien. Math. nat.*, klasse CXIX, I, p. 307-330, 1910). — 606. Zukal (H.). — Untersuchungen uber die Rostpilzkrankheiten des Getreides in Œsterreich-Ungarn (*Sitzber. Kais. Akad. Wiss., Math. Natuw.*, Abt. 1, Bd. CVIII, p. 543-562, 1899).

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. I. — Rouilles des Chaumes. *Puccinia graminis* sur Epine-vinette et Blé. — Fig. 1. Epine-vinette portant des écidies. Un sore écidien vu au binoculaire. — Fig. 2, 3. Sores à urédospores sur feuilles (2), sur gaines (3). — Fig. 4, 5. Sores à urédospores et à téleutospores sur chaumes. — Fig. 6. Sores à urédospores sur épis.

Pl. II. — Rouille jaune. — *P. glumarum* Blé. — Fig. 1, 2, 3, 5. Divers aspects des attaqués dites de jeunesse, sores à urédospores disséminées sans ordre sur les feuilles. — Fig. 4. Début du groupeement en lignes des pustules sur une jeune feuille. — Fig. 6, 7. Sores à urédospores présentant le groupement en lignes sur feuilles de plantes plus âgées.

Pl. III. — Rouille jaune. *P. glumarum* sur épi de Blé. — Fig. 1. Epi jauni par la présence de sores à urédospores à la face interne des glumelles et glumes (fig. 2, 3) et à la face externe des grains (fig. 4, 5). — Fig. 6, 7. Glumelle inférieure portant sur les deux faces des sores à urédospores et quelques sores à téleutospores. — Fig. 8. Glumelle supérieure portant des

sores à urédospores. — Fig. 9 et 10. Grains portant des urédospores sur la face ventrale et sur la face dorsale.

Pl. IV. — Rouille brune du Blé. — *P. Triticina.* — Fig. 1, 3. Feuilles d'une plante jeune portant quelques sores à urédospores. — Fig. 4, 5, 6. Feuilles de plantes plus âgées portant des sores à urédospores. — Fig. 7. Feuilles en partie desséchées sous l'action de la Rouille. Quelques sores à téleutospores parmi celles à urédospores.

Pl. V. — Rouilles du Blé (tableau de comparaison). — Fig. 1, 2. Gaine vue au binoculaire, portant des sores à urédospores (1) et à téleutospores (2). — Fig. 3. *P. glumarum.* — Fig. 4. *O. triticina.* — Fig. 5. Association de *P. glumarum* et *P. triticina.* — Fig. 6. Association de *P. triticina* et *P. graminis.*

Pl. VI. — Rouille brune du Seigle *P. dispersa.* Sores à urédospores jeunes (1.2), plus âgées ayant émis des urédospores (fig. 3). Sores à urédospores et téleutospores sur feuilles (fig. 4, 5) et chaumes (6).

Pl. VII. — Rouille brune du Seigle. *P. dispersa.* Forme écidienne sur *Anchusa arvensis.*

Pl. IX. — Pustules de Rouilles. Etude au binoculaire. G = 3. — Fig. 1. *P. triticina* sur Blé. Sores à urédospores et à téleutospores. — Fig. 2. *P. glumarum* sur Blé sores à urédospores et à téleutospores. — Fig. 3 et 4. *P. glumarum* sur jeune plante de Blé. Forme de jeunesse. — Fig. 5. 6. *P. gkumarum* sur plantes plus âgées. Disposition alignée. — Fig. 7. *P. dispersa* sur Blé. Jeunes sores à urédospores. — Fig. 8. *P. gramunis* sur Blé. Sores à urédospores. — Fig. 9. *P. glumarum* sur Orge. Sores à urédospores et à téleutospores. — Fig. 10. *P. simplex* sur Orge. Sores à urédospores et à téleutospores.

Pl. X. — Rouille couronnée de l'Avoine. *P. coronata Corda* (*P. coronifera Klebahn*) = *P. Lolii Nielsen*. Ecidies sur *Rhamnus cathartica.* Sores à écidies vues au binoculaire. Sores à urédospores et à téleutospores sur feuilles et sur chaumes d'Avoine.

TABLE

CORBEIL. — IMPRIMERIE CRÉTÉ.



M. BRY LITH. SCEAUX.

Y. HOFF PINX

PUCCINIA GRAMINIS sur Blé et Épine-Vinette.

ROUILLE JAUNE DU BLÉ

Pl. II.

5 4 3 2 1 6 7

M. BRY LITH. SCEAUX.

V. HOFF PINX

ROUILLE JAUNE DU BLÉ

Pl. III.



M. BRY LITH. SCEAUX.

Y HOFF PINX

PUCCINIA GLUMARUM sur épi et épillets de Blé.

1 2 3 4 5 6 7

M. BRY LITH. SCEAUX.

Y. HOFF PINX

PUCCINIA TRITICINA sur Blé.





M. BRY LITH. SCEAUX. V. HOFF PINX

1. 2. P. GRAMINIS (étude au binoculaire) — 3. P. GLUMARUM. — 4. P. TRITICINA. — 5. P. GLUMARUM et P. TRITICINA. — 6. P. TRITICINA et P. GRAMINIS.



M. BAY LITH. SCEAUX.

Y. HOFF PINX.

PUCCINIA DISPERSA sur Seigle.



M. BRY LITH. SCEAUX.

Y. HOFF PINX.

PUCCINIA DISPERSA
Ecidies sur ANCHUSA ARVENSIS

ROUILLE JAUNE ET R NAINE DE L'ORGE

Pl VIII.

1 2 3 4 5 6

M BRY LITH. SCEAUX.

Y HOFF PINX

PUCCINIA GLUMARUM sur Orge

PUCCINIA SIMPLEX sur Orge

PUSTULES DES ROUILLES DES CÉRÉALES
(étudiées au binoculaire)



M. BRY LITH. SCEAUX.

Y. HOFF PINX

1. P. TRITICINA sur Blé. — 2. 3. 4. 5. 6 P. GLUMARUM sur Blé. — 7 P. DISPERSA (urédospores) sur Seigle. — 8 P. GRAMINIS (urédospores) sur Blé — 9 P. GLUMARUM sur Orge — 10. P. SIMPLEX sur Orge

ROUILLE COURONNÉE DE L'AVOINE

Pl X.



BRY LITH. SCEAUX. Y. HOFF PINX

PUCCINIA CORONATA sur Avoine et Bourdaine

RAPPORT PHYTOPATHOLOGIQUE

POUR L'ANNÉE 1925

RAPPORTS SOMMAIRES

SUR LES

TRAVAUX ACCOMPLIS DANS LES LABORATOIRES EN 1925

RAPPORT PHYTOPATHOLOGIQUE POUR L'ANNÉE 1925

PAR LE DIRECTEUR DE LA STATION ENTOMOLOGIQUE
ET LE DIRECTEUR DE LA STATION DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
DE PARIS

I. — MESURES ADMINISTRATIVES VISANT LA PROTECTION DES PLANTES CULTIVÉES ET ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LEURS ENNEMIS

Institut des recherches agronomiques. — Aucune modification d'importance notable n'est survenue au cours de l'année 1925 dans le fonctionnement des Stations de Pathologie végétale ou d'Entomologie agricole.

Comité des Epiphyties. — En 1925, le Comité des Épiphyties a eu à examiner les questions suivantes :

1° Modifications à apporter au décret du 12 octobre 1913 relatif à l'importation en France des végétaux en provenance d'Italie (*Diaspis pentagona*).

2° Les foyers de Galle verruqueuse dans le Bas-Rhin. Mesures prises et mesures à prendre.

3° Désinfection des Pommes de terre de la zone de protection en dehors des régions envahies par le Doryphora.

4° Réglementation de la chasse dans les régions contaminées par le Doryphora.

5° Revision de la réglementation concernant la protection des colonies françaises contre le Ver rose du Coton.

Lutte contre les ennemis des plantes. — Doryphora de la Pomme de terre. — Par suite de l'extension en 1925 du Doryphora dans la Haute-Vienne et les Deux-Sèvres, l'organisation de la lutte relève maintenant de deux Inspections générales : celle du Sud-Ouest et celle de l'Ouest. Dans chaque département de la zone atteinte, elle dépend en fait du préfet et du directeur des Services agricoles départemental. Jusqu'ici le rôle du Service phytopathologique consiste surtout à centraliser les documents concernant les diverses phases de l'invasion et de la lutte. Le personnel des Stations de recherches intervient d'une façon consultative soit au titre de l'Institut des recherches agronomiques, soit au titre du Service phytopathologique. Dans les départements envahis, la surveillance et l'application des mesures prescrites sont confiées à des prospecteurs ou contrôleurs qui dépendent des

directeurs des Services agricoles. Le nombre de ces prospecteurs était, en 1925, d'une dizaine pour la Gironde, de un dans la Charente-Inférieure, deux dans les Landes, un dans la Dordogne. Quelques professeurs d'agriculture, le personnel de la Station de Bordeaux ont aussi donné leurs concours. Le rôle des contrôleurs, dont la plupart sont attachés au Service, du printemps à l'automne, consiste à surveiller un secteur déterminé, à organiser la lutte d'après les instructions fournies, à recevoir les Insectes ramassés et à distribuer les primes correspondantes. Ils s'installent dans une localité du secteur dont ils ont la charge, et ils rayonnent dans toute l'étendue de ce dernier. Dans la Gironde, ils viennent à Bordeaux une fois par semaine rendre compte de la situation et prendre les instructions utiles.

Une série d'arrêtés ministériels de délimitation a fait entrer en 1925 dans la zone contaminée de nouveaux cantons ou de nouvelles communes de la Gironde, des Landes, de la Dordogne, de la Charente-Inférieure, de la Haute-Vienne, et des Deux-Sèvres. Les mêmes arrêtés ont déterminé en même temps les modifications qu'il convenait d'apporter aux limites de la zone de protection en y englobant, bien que non contaminés, un certain nombre de cantons des Landes, de la Charente-Inférieure, de la Charente, de la Dordogne, du Gers, du Lot-et-Garonne, de la Haute-Vienne, des Deux-Sèvres et de la Vienne.

Des arrêtés préfectoraux ont été pris d'autre part en vue de l'interdiction ou du retard de l'ouverture de la chasse dans les régions contaminées. Par ailleurs, les nouveaux arrêtés préfectoraux ont pour 1925 reproduit à peu près textuellement ceux de 1924.

La vulgarisation de la connaissance du Doryphora a été assurée par le Ministère de l'Agriculture et la Société d'étude et de vulgarisation de la Zoologie agricole de Bordeaux : les moyens employés ont principalement reposé sur la distribution des planches en couleurs et des tubes-échantillons dans les régions contaminées et surtout dans les pays appartenant à la zone de protection. (Pour les méthodes de lutte employées en 1925, voir p. 420).

Galle verruqueuse de la Pomme de terre (*Synchytrium endobioticum*). — Voir p. 446.

Eudémis (*Polychrosis botrana*). — L'organisation de la lutte en Algérie a été résumée au chapitre des *Insectes de la Vigne* (p. 424).

Produits insecticides et anticryptogamiques. — La Société de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole a adressé au Ministère de l'Agriculture le texte d'un vœu tendant à l'établissement d'une réglementation de la vente des anticryptogamiques et des insecticides ainsi que de la répression des fraudes qui les concernent. En vue de la préparation de cette importante réforme, F. WILLAUME a rédigé l'esquisse d'un plan de sélection des produits insecticides et fongicides commerciaux (1).

(1) *Rev. de Path. vég. et d'Entom. agric.*, XII, p. 207-224, 1925.

Arsenicaux. — L'emploi de l'arséniate de chaux tend à prendre de l'extension en particulier dans la vallée du Rhône contre les ennemis des arbres fruitiers et dans le Sud-Ouest contre le Doryphora. Un arséniate de chaux dit colloïdal a été employé avantageusement dans le Beaujolais contre les chenilles de l'Eudémis et de la Cochylis. Une nouvelle formule d'arséniate de plomb colloïdal (formule BRINLEY), dont les éléments sont l'arséniate disodique (312 grammes), la gélatine (18 grammes) et l'azotate de plomb (332 grammes), a d'autre part été indiquée en Amérique.

Nicotine. — Une circulaire du 9 février 1925 a fait connaître les conditions dans lesquelles se trouve mise en vente et distribuée la nicotine pour les besoins de l'agriculture. La régie livre la nicotine sous les trois variétés suivantes : 1° Jus titrés ordinaires de tabacs (8, 10, 12, 14, 16, 18 ou 20 grammes de nicotine par litre) ; 2° jus titrés renforcés de tabacs (uniformément 40 grammes de nicotine par litre) ; 3° extraits titrés de nicotine (renfermant 500 grammes de nicotine par litre). Les jus titrés ordinaires sont additionnés de un millième de leurs poids de formol du commerce pour assurer leur conservation (1).

L'insuffisance de la production et les difficultés résultant des formalités administratives que l'on éprouve pour se la procurer, ont motivé des réclamations et soulevé des protestations nombreuses. C'est ainsi que la Fédération des Syndicats agricoles du Midi a émis un vœu, tendant à ce que le Ministre des finances donne des instructions aux services compétents de la Régie, pour qu'ils intensifient la fabrication de la nicotine titrée, afin qu'en 1926 ils puissent donner satisfaction à toutes les demandes de l'agriculture française.

Pyrèthre. — A. PAILLOT et J.-C. FAURE ont fixé la technique de la préparation à la ferme de la récolte du pyrèthre (emploi combiné du hache-paille et de la meule à grains) pour les besoins horticoles ou agricoles. Il est à souhaiter que la culture du pyrèthre se trouve ainsi de plus en plus vulgarisée et que les cultivateurs puissent, dans les conditions les plus simples, bénéficier des avantages de cet excellent insecticide.

Chloropicrine. — Les conditions de livraison et de vente de la chloropicrine aux agriculteurs ont été fixées dans une circulaire ministérielle (2).

Paradichlorobenzène. — Son emploi comme insecticide tend à se répandre et a donné lieu à divers travaux. Les applications que peut recevoir cette méthode ont été résumées par Paul VAYSSIÈRE dans une note présentée à l'Académie d'Agriculture (3). Il a été employé avec succès, à l'état solide, grâce aux vapeurs qu'il dégage, pour la désinfection des grains, la destruction des insectes des habitations, la lutte contre les larves souterraines, les pucerons des racines, certains insectes mineurs des arbres fruitiers et en vue de la protection des cultures contre les limaces. Le même produit peut aussi être employé

(1) *Bull. Off. Rens. agric.*, année 1925, n° 7, 1er avril, p. 113.
(2) *Bull. Off. Rens. agric.*, année 1925, n° 7, 1er avril, p. 113.
(3) *C. R. Acad. Agric.*, XI, p. 719, 1925.

sous forme de pulvérisation en le dissolvant dans ses isomères (ortho et méta-dichlorobenzène).

Huiles minérales.—L'étude des émulsions d'huiles minérales dans la bouillie bordelaise ou dans d'autres mélanges a été poursuivie par A. PAILLOT, R. POUTIERS (1) et F. WILLAUME (2) qui ont donné différentes formules d'un emploi pratique pour les arbres fruitiers, et contribué à établir les principes sur lesquels on doit se baser pour préparer ces émulsions.

Insecticides divers. — Étant donnée la difficulté que l'on a pour se procurer la nicotine, l'emploi du chlorure de baryum comme insecticide tend dans certaines régions à se répandre. Il a été en particulier recommandé et utilisé avec succès par WARCOLLIER contre l'Hyponomeute du Pommier. On augmente son efficacité par l'addition de savon noir : chlorure de baryum, 2 à 3 kilos ; savon noir, 1 kilo ; eau, 100 litres. Dans les jardins, la formule suivante a été aussi appliquée avantageusement : chlorure de baryum, 200 gr. ; résine jaune, 10 gr. ; alcool dénaturé à 90°, 60 gr. ; eau, 10 litres ; on prépare cette solution en faisant d'abord dissoudre à froid la résine dans l'alcool.

Le cyanure de calcium, $Ca(CN)^2$, est très en vogue depuis quelque temps en Amérique, d'où il tend à se répandre dans divers pays : obtenu en très grande quantité dans l'industrie de la cyanamide, $CaCN^2$, dont il est dérivé, il a été lancé dans le commerce sous différentes formes pour la désinfection des serres et locaux divers, pour la désinfection du sol, les poudrages sur des feuillages suffisamment résistants (Orangers, Oliviers, Pommiers, Vigne, etc.), les fumigations cyanhydriques des Orangers, la destruction des Rongeurs et autres animaux nuisibles.

Des recherches méthodiques ont été faites en Amérique dans le but d'apprécier le pouvoir insecticide des composés organiques en fonction de leur structure chimique. Des nombreux essais de C.-H. RICHARDSON et C.-R. SMITH sur les Pucerons (*Aphis rumicis*), il résulte que parmi les alcaloïdes, la nicotine paraît présenter le pouvoir insecticide le plus élevé. Les amines de la série grasse et les combinaisons ammoniacales de la même série ont une efficacité moyenne ; les amines aromatiques ainsi que les alcools, aldéhydes et cétones sont relativement peu toxiques pour les insectes et souvent assez nuisibles aux végétaux.

Traitements destinés à lutter contre l'oidium. — Des expériences très intéressantes ont été faites par FONZES-DIACON sur l'efficacité variable des vapeurs de soufre suivant la nature du produit. A l'aide d'une technique très spéciale permettant de mesurer la distance à laquelle ces vapeurs se propagent sur des feuilles d'argent, il a obtenu pour les diverses catégories de soufre, pendant l'été et en pleine lumière, le classement suivant : 1° soufre gris bleuâtre, teneur

(1) *C. R. Acad. Agric.*, XI, p. 460, 1925.
(2) Contribution à l'étude des bouillies insecticides à base d'huiles insolubles (*Rev. de Path. vég. et d'Entom. agric.*, XII, p. 225-247, 1925).

en soufre 36 p. 100 ; 2° soufre gris verdâtre 26 p. 100 ; soufre marron, 35,9 p. 100 ; 3° soufre trituré de la Louisiane, pur ; 4° soufre sublimé, pur ; 5° soufre précipité, pur ; soufre blanc, 7,3 p. 100.

Ainsi, dans ces expériences, le soufre gris bleuâtre s'est toujours volatilisé le premier en donnant une auréole de sulfure d'argent plus brune et plus étendue.

Parmi les soufres jaunes, le sublimé et le trituré se disputent le premier rang ; mais le soufre précipité, bien que très pur et d'une finesse plus grande que celle des précédents, s'est toujours classé le dernier ; sa volatilisation se rapproche de celle du soufre blanc, qui ne renfermerait qu'environ 7 p. 100 de soufre pur.

Les soufres noirs se classent sensiblement dans l'ordre de leur teneur en soufre, pourtant le soufre gris verdâtre à 26 p. 100 paraît se volatiliser un peu mieux que le soufre marron, cependant plus riche : 35,9 p. 100. Les soufres noirs, à condition que leur titre soit assez élevé, peuvent remplacer les soufres purs, tout en permettant de réaliser une très sérieuse économie. Le mélange de soufre et d'une matière inerte, telle que la chaux, dans la proportion de 40 à 50 p. 100, peut être aussi recommandé, mais ces mélanges ne seront jamais aussi intimes, aussi parfaits, que ceux qui constituent les soufres noirs ou les soufres blancs naturels ; leur action serait exaltée du fait de l'addition d'une poudre bleu foncé favorisant l'absorption des rayons calorifiques (1).

V. VERMOREL (2) s'est appliqué à établir des formules permettant de donner aux solutions de permanganate de potasse le pouvoir mouillant qui est indispensable pour assurer leur efficacité contre l'Oïdium.

Il a constaté qu'une très bonne répartition de la solution de permanganate de potasse peut être obtenue en ajoutant celle-ci à de la bouillie bordelaise. Aucune brûlure ne se produit. La première solution a de bien meilleurs effets que la seconde.

Traitements destinés à lutter contre le Mildiou de la Vigne. — L. RAVAZ rappelle que d'autres substances que le cuivre ont été signalées comme ayant une action sur le Mildiou :

1° Cadmium, qui est trop rare pour qu'on puisse l'utiliser ;

2° Nickel, dont l'action sur la germination et le premier développement des germes de certains champignons paraît même supérieure à celle du cuivre, d'après le Dr FAES et M. STAEHELIN.

M. et Mme VILLEDIEU ont aussi proposé la substitution partielle du nickel au cuivre.

Dans les expériences effectuées en 1896-97 par L. RAVAZ, le sulfate de nickel a plus entravé la germination des spores de *Guignardia Bidwellii* et de

(1) FONZES-DIACON, La lutte contre l'Oïdium (*Progrès Agricole et Viticole*, LXXXIII, p. 16-18, 4 janvier 1925 ; p. 40-42, 11 janvier 1925).

(2) V. VERMOREL, Le permanganate de potasse contre l'Oïdium (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 80-83, 26 juillet 1925).

Botrytis cinerea que ne l'a fait le sulfate de cuivre. Appliqué en pleine vigne sur de grandes étendues contre le *Guignardia Bidwellii*, les résultats n'ont pas répondu aux espérances.

La question du mode d'action du cuivre est remise en discussion, notamment par M. et Mme Villedieu, Kolle, L. Ravaz, etc. La teneur en cuivre des solutions que la bouillie bordelaise par exemple peut fournir sous l'action de l'eau de pluie serait toujours insuffisante pour empêcher la germination des spores de *Plasmopara viticola*, dont la résistance est beaucoup plus élevée qu'on ne l'avait cru autrefois. Elles germent dans des solutions relativement concentrées, par exemple 1/300 000. Donc le cuivre répandu sur les feuilles n'agit pas par ses solutions et la théorie du cuivre réserve, qui se dissout juste ce qu'il faut pour empoisonner l'eau de pluie ou de rosée où la germination pourrait s'effectuer, doit disparaître, d'après les travaux de M. et Mme Villedieu.

M. et Mme Villedieu ont montré que dans les liqueurs diluées de sulfate de cuivre, qu'employait Millardet pour ses expériences sur la toxicité du cuivre, il ne pouvait exister et il n'existait de cuivre que sous la forme de sulfates basiques, totalement insolubles et pouvant être arrêtés à la filtration ; qu'au millionnième et dans les conditions où il opérait, le sulfate de cuivre qu'il croyait dissous était complètement hydrolysé et précipité. En réalité, Millardet et ceux qui ont répété ses expériences, ont toujours, d'après M. et Mme Villedieu, opéré avec une suspension très diluée de sulfates basiques de cuivre. M. et Mme Villedieu ont montré en même temps que si on sépare ce précipité, on constate que c'est bien ce dernier qui est mortel pour le *Phytophtora infestans* et que le liquide filtré (ce qu'on croyait la solution) n'entrave en rien le développement du *Phytophtora infestans*.

Mais dans ces pseudo-solutions, le précipité formé, légèrement floculé, est divisé à l'infini, voisin de l'état colloïdal, il présente une grande surface de réaction et c'est ce qui explique sa grande activité.

Malgré sa division, malgré la ténuité des grains, dans la stéatite étudiée, le cuivre est dans cette poudre sous forme de précipité aggloméré, réuni, soudé à la particule de talc dont il reste solidaire. Son activité est fonction de la petitesse des particules, qui le supportent. Mais elle est encore très grande, puisque répartie dans mille fois son volume d'eau, la stéatite tue encore le *Phytophtora infestans*. Rapprochée de l'action des dépôts de bouillie, cette action paraît encore plus grande ; car, si les bouillies avaient une action égale à celle des stéatites, une feuille pourrait perdre théoriquement 99,5 p. 100 de son dépôt de bouillie à 2 p. 100 sans danger. En réalité, il n'en est pas ainsi et, pour des poids de précipités égaux, le talc cuprique est beaucoup plus actif que les bouillies. Tout d'abord le cuivre y est mieux réparti, il y est ensuite plus mobile et vient mieux au contact des zoospores.

Les expériences de M. et Mme Villedieu tendent à montrer que malgré

leur peu de stabilité sur la feuille, malgré leur peu de résistance, au vent et à la pluie, les stéatites ont pu donner des résultats très voisins de ceux des bouillies (1, 2). Elles semblent indiscutablement établir, que pour les anticryptogamiques employés actuellement, le cuivre toxique n'agit que par contact sous forme de composés basiques insolubles.

Cette théorie est extrêmement différente de celle de MILLARDET. Les conclusions de M. et Mme G. VILLEDIEU (3) sont les suivantes : le contact est absolument nécessaire entre les composés cupriques et la conidie ou la zoospore; pour amener la mort, il faudra donc établir une bouillie où le cuivre sera *sûrement* réparti uniformément, associé à des particules très fines pouvant facilement se mobiliser et entrer en suspension dans l'eau ; ou bien, ce qui serait mieux encore, établir une poudre extrêmement ténue imprégnée de composés cupriques insolubles, bien répartis dans chaque particule, cette poudre pouvant, à l'aide d'un artifice chimique, être fixée sur la feuille et la grappe par l'humidité ou la rosée, mais pouvant entrer en suspension dans l'eau de pluie. Il n'y a là rien d'impossible.

La quantité de cuivre intervient peu dans la toxicité, c'est surtout sa répartition, assurant sa présence, qui est importante. Quand on constate qu'une suspension de talc cuprique finement pulvérisé, ne contenant de cuivre précipité que 1/50 000 du poids de l'eau, suffit encore à arrêter l'évolution du Mildiou, on peut espérer, en transformant nos méthodes actuelles, ramener la consommation du cuivre en viticulture à un taux très inférieur à celui utilisé actuellement, on peut surtout envisager l'éventualité où, connaissant mieux l'action des anticryptogamiques, il sera possible d'assurer aux traitements une efficacité plus certaine encore (4).

Un concours de succédanés du soufre et du sulfate de cuivre a été organisé à Perpignan en 1925 par la Fédération des Syndicats agricoles du Midi et le Syndicat professionnel agricole des Pyrénées-Orientales. Le but de ce concours était de trouver des succédanés ou des adjuvants du soufre et du sulfate de cuivre à un prix de revient plus bas que les produits employés, avec une efficacité au moins égale, sinon supérieure. Il n'a pas donné les résultats espérés

Matériel pour les traitements. — L'obtention au moyen d'appareils spéciaux de brouillards tièdes surhumidifiés et les perfectionnements qu'il convient d'apporter dans la construction des lances et des becs de pulvérisateurs pour répondre aux besoins des praticiens en obtenant le maximum d'efficacité dans les divers cas qui peuvent se présenter, ont fait l'objet de recherches

(1) L. RAVAZ. — Recherches sur le Mildiou (Montpellier, 1913).

(2) SEMICHON. — (L.), Les poudres cupriques et le Mildiou (*Revue de Viticulture*, LVI, p. 310, 20 avril 1922).

(3) VILLEDIEU (M. et Mme G.). — Comment agissent les bouillies bordelaises alcalines (*C. R. Ac. Ag.*, X, p. 886, 5 nov. 1924).

(4) VILLEDIEU (M. et Mme G.). — Contribution à l'étude de l'action des poudres cupriques (*Revue de Viticulture*, LXII, p. 132-133, 12 fév. 1925).

intéressantes de B. TROUVELOT et F. WILLAUME : elles ont abouti à la publication de plusieurs notes ou comptes rendus (1).

Des indications ont été données par H. FAES sur les métaux employés dans la construction des pulvérisateurs et qui sont susceptibles de résister à l'action de produits corrosifs d'un usage aujourd'hui courant tels que les polysulfures (2).

Lutte biologique. — Le rôle des Insectes entomophages dans la lutte contre les Insectes nuisibles a donné lieu à divers travaux d'ensemble, dont un de B. TROUVELOT sur la technique de l'importation des Insectes utiles de provenance exotique (3).

II. — INSECTES ET AUTRES ANIMAUX NUISIBLES AUX CULTURES

Céréales.

Les larves de Taupins (Elatérides) ont fait dans les céréales leurs dégâts habituels. D'après les observations de R. RÉGNIER il se confirme qu'au moins dans la région Nord-Ouest l'espèce la plus nuisible, surtout aux Avoines et aux Blés, est l'*Agriotes obscurus*. L'*Agriotes lineatus* est plus localisé et semble rechercher les terres humides. Les roulages pratiqués par certains cultivateurs en Normandie agissent favorablement. Les essais de destruction par le sulfure de calcium n'ont pas donné de résultats appréciables.

La Sésamie du Maïs (*Sesamia nonagrioides*) a été signalée dans de nombreux points du Lot-et-Garonne, des Landes et des Basses-Pyrénées et a fait des dégâts notables. Cependant elle paraît en décroissance par rapport à 1924. La Pyrale du Maïs (*Pyrausta nubilalis*) s'est jointe à l'espèce précédente surtout dans les Basses-Pyrénées pour diminuer la récolte.

Dans la même région du Sud-Ouest, le *Lema melanopus* s'est montré en diverses localités plus abondant que de coutume sur les Avoines et sur les Blés; il a été aussi signalé sur les Orges et les Blés dans la Côte-d'Or. Le *Lema cyanella* a été observé principalement sur le Blé et l'Avoine en Alsace (région de Colmar).

Dans le département des Landes, un dépérissement par taches des cultures de Maïs et de Blé a été provoqué par la multiplication sur les racines de divers Pucerons souterrains (*Anœcia corni*, etc.).

(1) Sur un nouveau principe de pulvérisateur utilisant la chaleur comme force dynamique et activante (*Revue de Path. vég. et d'Entom. agric.*, p. 44-64, 1925).

(2) *Progrès Agricole et Viticole*, 1925, p. 7.

(3) B. TROUVELOT. — Directives à suivre dans l'importation pour les besoins de l'agriculture, d'Insectes entomophages étrangers (*Rev. Zool. Agric. et appliquée*, Bordeaux, 1925, p. 125-148).

Un fait à mentionner est de plus le signalement dans le même département, aux environs de Mugron, d'une importante invasion de Scolopendrelles (*Scutigerella immaculata*). qui ont contribué aussi, en s'attaquant aux parties souterraines, au dépérissement du Blé et du Maïs [Feytaud].

Prairies naturelles et artificielles.

Les chenilles des Psychés (*Oreopsyche atra*) ont encore causé des dégâts assez importants, moindres cependant qu'en 1924, dans les pâturages de la haute Ardèche et du massif du Pilat (Loire)

Dans le Tarn et le Tarn-et-Garonne, le Négril (*Colaspidema atrum*), qui était apparu sur les premières coupes de Luzerne, a sévi très fortement sur les secondes coupes et a causé des dégâts considérables. Aucun traitement ne paraît avoir été effectué.

Cultures industrielles.

Pomme de terre. — Nous avons rappelé plus haut (p. 412) les faits principaux concernant l'organisation de la lutte contre le Doryphora en 1925. L'extension de l'Insecte s'est faite au cours de l'année dans les conditions suivantes :

Au début de l'année 1925, la superficie des territoires sur lesquels étaient répartis les foyers connus n'était pas plus grande qu'au début de 1924 : toujours limitée aux départements de la Gironde, des Landes, de la Dordogne, de la Charente-Inférieure, de la Charente, elle s'était bien un peu agrandie du côté sud (foyers de Sore et de Pouydessaux dans les Landes), mais elle avait par contre diminué vers le Nord et l'Ouest (extinction de divers foyers du nord du Médoc, de la Charente et de la Charente-Inférieure). En raison d'un printemps relativement frais, le réveil du Doryphora n'eut lieu qu'assez tardivement en 1925 et les vols de printemps ne parurent pas contribuer beaucoup à sa propagation. Il n'en est pas moins vrai pourtant que des foyers nouveaux assez nombreux, dont une bonne partie devait dater de 1924, ne tardèrent pas à se révéler dans la Gironde, les Landes, la Dordogne et les Charentes. Le front nord-est s'avança légèrement en se renforçant en Charente-Inférieure et dans le département de la Gironde le nombre des taches de contamination augmenta aux environs de Blaye et de Bazas. Les foyers devinrent plus nombreux dans le nord des Landes, et dans la Dordogne de nouvelles taches apparurent aux abords de Périgueux. Mais le fait le plus saillant de l'invasion doryphorique en 1925 fut la reconnaissance en juillet de foyers importants dans le nord de la Dordogne et le département de la Haute-Vienne (Bousseroles, Saint-Barthélemy, Abjat, Marval, Champagnac, Dourmazac, Chéronnac et Saint-Basile). Enfin deux foyers sont apparus dans le dépar-

tement des Deux-Sèvres (Loubillé, Frontenay). En ce qui concerne ces derniers, il semble, que grâce à des traitements énergiques, leur extinction a été assez rapidement obtenue.

A la fin de 1925 on peut dénombrer ainsi les cantons déclarés contaminés : 32 dans la Gironde, 4 dans les Landes, 5 dans la Dordogne, 6 dans la Charente-Inférieure, 2 dans la Charente, 2 dans la Haute-Vienne et 2 dans les Deux-Sèvres. En outre, 70 cantons ont été classés dans la zone de protection. L'apparition du Doryphora dans le Limousin (Haute-Vienne) est regrettable, en raison de la grande extension des cultures de Pommes de terre dans cette région.

L'arséniate de plomb pour le traitement des feuilles a été en grande partie, en 1925, remplacé par l'arséniate de chaux, en vue de réaliser une économie. Les résultats ont été d'ailleurs également satisfaisants. Les quantités d'arséniate de plomb et de chaux vendues furent de 1 200 kilogrammes pour le premier et de 2 000 kilogrammes pour le second ; 2 000 kilogrammes de sulfure de carbone au minimum ont été employés dans le seul département de la Haute-Vienne pour la lutte souterraine. Le ramassage a été pratiqué sur une très grande échelle et a donné des résultats très favorables.

La Teigne de la Pomme de terre (*Phtorimæa operculella*) a fourni le sujet d'une note résumant l'état actuel de la question qui a été rédigée par B. TROUVELOT (1), dont on connaît l'étude détaillée antérieurement publiée dans les *Annales*.

De ses expériences faites à Alger, M. DELASSUS a pu conclure que l'emploi du paradichlorobenzène est un moyen de lutte fort efficace contre la Teigne : une exposition de quarante-huit heures aux vapeurs de 20 à 30 grammes de ce produit, connu aussi sous le nom de chloryl, suffirait pour tuer les chenilles dans leurs galeries, sans nuire à la faculté germinative. Mais, en raison de l'odeur très persistante, l'emploi de cette méthode paraît devoir se limiter aux tubercules de semence.

Les Pégomyies ont causé quelques alarmes pour les cultures de Betterave de la Seine-Inférieure, du Calvados, de l'Aisne, de Seine-et-Marne ; mais après la première génération, la reprise des plantes a pu se faire en général sans dommages sensibles.

Les houblonnières de la région dijonnaise ont été assez fortement attaquées par les Pucerons (*Phorodon humuli*), par les Altises (Psylliodes) et par les Tétranyques.

Cultures potagères.

Les Piérides du Chou ont été particulièrement nombreuses en divers points de la Charente, de la Gironde, de la Dordogne, des Pyrénées-Orientales.

(1) *Bull. Off. Renseign. agric.* (Ministère de l'Agriculture), année 1925, n° 8, 15 avril, p. 159.

D'une manière générale, ces chenilles n'ont pas fait de grands dégâts dans la région du Sud-Est, non plus que dans les régions de Dijon et Auxonne où elles avaient été extrêmement abondantes en 1924.

Les chenilles de *Pionea forficalis* sur les Choux de la région lyonnaise ont été en décroissance par rapport à 1924.

Les Courtilières (*Gryllotalpa vulgaris*) commettent toujours des dégâts dans les cultures maraîchères des Pyrénées-Orientales. L'Orléanais (Loiret) est aussi un des centres où ces Insectes se multiplient le plus. On les combat dans cette dernière région en organisant dans les jardins et les pépinières un piégeage au moyen de longues réglettes disposées parallèlement sur le sol et aboutissant à chaque extrémité à un pot à fleur enfoncé à une profondeur de 30 à 40 centimètres. Le sulfure de carbone injecté au pal est utilisé aussi par certains horticulteurs ; enfin, on a employé encore les briquettes de tourbe chargées de chloropicrine et préparées suivant la méthode indiquée par L. Gaumont. Aux environs d'Alger (Fort de l'Eau), un syndicat de défense contre les Courtilières a été constitué par les maraîchers depuis deux ans et les traitements au sulfure de carbone sont faits à dose massive (800 à 1 000 kilogrammes par hectare) [Delassus].

Les Psilomyies des Carottes (*Psylomyia rosæ*) ont été abondantes dans diverses régions. Aux environs de Paris nous avons vu des planches en bonne partie détruites par les larves, à un moment où les racines étaient encore filiformes. Celles-ci sont alors entièrement coupées ou évidées et la plante jaunit et se dessèche, restant dans la main, si l'on vient à la saisir. Du paradichlorobenzène semé en lignes entre les rangs et légèrement recouvert n'a pas donné de résultats sensibles ; peut-être serait-il plus actif au moment de la ponte des Mouches.

Les Anthomyies ont causé beaucoup de ravages dans les cultures d'Oignons aux environs de Marseille.

La Teigne des Poireaux a été assez abondante dans de nombreuses régions. Aux environs de Montargis où elle est souvent fort nuisible, on la combat en coupant à rase terre les jeunes plants de Poireaux et l'on utilise une variété locale qui se multiplie par bulbilles que l'on plante en deuxième quinzaine d'août après le vol des Papillons [Gaumont].

La Tenthrède de la Rave (*Athalia spinarum*) a fait de sensibles ravages dans les semis de Choux de la banlieue bordelaise.

Les Pucerons radicicoles du genre *Trama* ont été abondants dans la région parisienne, dans l'Orléanais et sur d'autres points : ils ont attaqué la plupart des légumes de la famille des Composées (Chicorée, Salsifis, Artichauts, etc.). Aux environs de Montargis l'*Aphis subterranea* a endommagé les cultures printanières de Carottes [Gaumont].

Cultures fruitières.

Les Hyponomeutes (chenilles fileuses) ont été extrêmement abondantes dans la vallée du Rhône et les Hautes-Alpes où ils ont fait de graves dégâts. De sérieuses invasions de ces Insectes sur les Pommiers ont été aussi signalées dans la Côte-d'Or, le Puy-de-Dôme, la Lozère, la Loire, la Creuse, le Cher, l'Indre, la Sarthe, la Loire-Inférieure, le Morbihan, le Tarn-et-Garonne et une bonne partie du Sud-Ouest.

Les Hyponomeutes du Pommier dans la plus grande partie de la région normande, bien qu'encore nombreux, ont commencé à entrer en régression en 1925 et les élevages ont donné de nombreux parasites [Régnier]. La décroissance de l'invasion est aussi signalée dans l'Aisne et dans la région parisienne.

Une note sur la lutte contre les Chenilles fileuses du Pommier a été publiée par Robert Régnier et donne toutes les indications utiles sur la biologie de ces Insectes, ainsi que sur les moyens dont nous disposons actuellement pour les combattre (1). Les chenilles fileuses de l'Hyponomeute du Prunier (*H. padella*) ont causé des dégâts en général localisés sur les Pruniers du Lot-et-Garonne et de la Gironde. Ils ont été abondants dans la vallée du Rhône.

Les chenilles de la Cheimatobie se sont montrées particulièrement nuisibles aux Pommiers en beaucoup de points de la Moselle.

La Pyrale des pommes (*Carpocapsa pomonella*) et celle des prunes ont fait un peu partout leurs dégâts habituels, sévissant notamment dans la région dijonnaise et le Loiret. Un centre de multiplication particulièrement actif est aussi à mentionner dans la zone montagneuse des Alpes-Maritimes (vallée de la Vésubie).

Dans l'Yonne, une assez forte attaque des chenilles de l'*Aglaope infausta* L. sur les Cerisiers a été signalée [Vercier et P. Riols].

Les larves d'*Hoplocampa* ont fait tomber un grand nombre de prunes et de poires dans les districts fruitiers du Lot-et-Garonne et de la vallée du Rhône. La Cécidomyie des poires s'est manifestée aussi en de nombreux foyers

La Sésie (*Trochilium tipuliforme*) se montre toujours l'un des Insectes les plus préjudiciables aux Groseilliers à grappes dans la Côte-d'Or.

L'attention a été attirée sur les conditions dans lesquelles se fait l'hivernation du Tigre du Poirier (*Tingis pyri* Fabr.) qui passe la saison froide à l'état parfait sous les abris qu'il peut rencontrer à proximité (2).

Les Pucerons se sont développés en extrême abondance sur les arbres fruitiers dans le Haut-Rhin, le Bas-Rhin, la Meurthe-et-Moselle. Les grandes plantations de Mirabelliers de la Moselle ont eu particulièrement à en souffrir.

(1) *Congrès de Pomologie d'Abbeville*, 1924, et *Bulletin Off. Renseign. agric.*, année 1925, n° 10, 15 mai, p. 156.

(2) Cl. Gautier, *Bull. Soc. Entom. France*, 1925, p. 72 ; P. Vayssière. *Rev. de Path. vég. et d'Entom. agric.* 1925.

Dans la Drôme, les plantations de Pêchers ont été aussi fortement envahies par les mêmes Insectes.

Une note sur les méthodes de lutte qu'il semble actuellement le plus rationnel d'employer contre le Puceron lanigère du Pommier, a été rédigée à la Station Entomologique de Paris (1).

Vigne.

Les dégâts causés par l'Eudémis et la Cochylis ont été très importants en 1925. Dans bien des endroits du vignoble méridional, ce que le Mildiou avait épargné a été presque achevé par les chenilles de ces ravageurs. Dans le Beaujolais, dans le Médoc, la récolte a été fort éprouvée par elles. Le préjudice causé a été aussi signalé comme grave dans la Côte-d'Or, la Marne, la Haute-Saône, l'Ain, le Bas-Rhin, la Meurthe-et-Moselle, le Loir-et-Cher, la Sarthe, la Loire-Inférieure (Pyrale jointe à la Cochylis), la Vendée.

La substitution graduelle de l'Eudémis à la Cochylis est un phénomène qui se poursuit et tend à se généraliser dans beaucoup de vignobles. Après le Sud-Ouest, le fait a été constaté en des points multiples du vignoble méridional et de la vallée du Rhône et l'attention vient d'être appelée sur le même fait dans des vignobles aussi septentrionaux que ceux de la vallée de la Loire. D'après MOREAU (2), dans l'Anjou, depuis 1920, l'Eudémis, d'une façon très rapide, a pris le pas sur la Cochylis, si bien que la proportion dans laquelle se trouve cette dernière est arrivée à tomber à 1 p. 100.

Dans le Midi, l'alarme causée par les Microlépidoptères de la Vigne a été telle que le Conseil général de l'Hérault a décidé en 1924 l'attribution d'un prix de 10 000 francs à l'auteur d'un remède ou d'un procédé pratiquement efficace contre la Cochylis et l'Eudémis. Les conditions du concours qui a eu lieu en 1925 ont été fixées par une commission désignée par le Conseil général de l'Hérault. Les remèdes et procédés ayant paru les plus efficaces seront expérimentés comparativement par la commission en 1926.

Mais il importe surtout de signaler une intéressante initiative qui a été prise dans le département d'Alger, où le traitement contre l'Eudémis a été rendu obligatoire par un arrêté préfectoral pris en application de la loi du 24 décembre 1888. A titre d'indication, nous en donnons ci-après les dispositions principales :

ART. 2. — La lutte contre l'Eudémis est obligatoire dans toutes les communes contaminées par ce parasite ; elle devra être effectuée, jusqu'à floraison de la Vigne (3), à l'aide de pulvérisations d'arséniate de plomb. Ces traitements

(1) *Bulletin de l'Off. des Renseign. agric.* (Ministère de l'Agriculture), année 1925, nº 4, 15 février, p. 62.

(2) Sur les difficultés de traiter l'Eudémis dans les vignobles septentrionaux (*Bull. Société des Agricult. de France*, session générale, 11 mars 1925, p. 115).

(3) Cette limite paraît trop restreinte et doit vraisemblablement être interprétée dans le sens large de *jusqu'à la fin de la floraison.*

devront être appliqués durant la période comprise entre le moment du grand vol des Papillons et l'apparition des premières chenilles.

ART. 3. — Les propriétaires, fermiers, colons ou métayers, ainsi que les usufruitiers et les usagers sont tenus d'opérer cette destruction sur les immeubles qu'ils possèdent et cultivent ou dont ils ont la jouissance.

Les articles 4 et 5 fixent les sanctions et les conditions dans lesquelles il sera procédé d'office à la destruction des ravageurs, aux frais des contrevenants, en conformité de la loi du 24 décembre 1888.

En même temps que la prise de cet arrêté, une circulaire fut adressée aux maires et administrateurs du département d'Alger ; elle insistait sur les raisons qui rendent indispensables la généralisation et l'obligation de la lutte contre l'Eudémis, ainsi que sur la nécessité de la constitution de syndicats de défense communaux pour atteindre le but désiré.

Dans la seule région de Mitidja et du Sahel d'Alger se sont constitués 16 Syndicats de défense groupant la presque unanimité des propriétaires viticulteurs qui se sont engagés à appliquer une même méthode, celle des pulvérisations arsenicales au moment reconnu favorable. Dans le but de renseigner les intéressés sur les dates d'application, le Service de l'Inspection de la défense des cultures a organisé trois Stations d'avertissement, la principale fonctionnant à l'Institut agricole de Maison-Carrée et chacune ayant sous sa surveillance une série de pièges alimentaires à produit mélassé pour déterminer les époques des maxima des trois vols de papillons [M. DELASSUS].

Il est possible qu'une telle organisation donne, suivant les climats, des résultats différents et que les chances de succès se trouvent fortement diminuées dans les pays à conditions climatiques irrégulières qui entraînent un vol des papillons longuement échelonné ou fractionné en essaimages successifs. Il n'en est pas moins vrai que l'expérience algérienne mérite à un haut degré d'attirer l'attention. Il semble bien qu'aujourd'hui la solution de la question de la lutte contre la Cochylis et l'Eudémis doive être recherchée surtout dans l'organisation générale de la lutte, et dans le mode d'application des traitements avec un matériel approprié et aux moments opportuns. La constitution d'associations de défense et l'obligation générale de traiter dans les régions particulièrement atteintes pourront amener les viticulteurs à un grand progrès dans cette voie. Il est difficile d'ailleurs actuellement de dire si l'on pourrait limiter la généralisation et l'obligation des traitements seulement à certaines années, en se basant, comme l'a proposé RAVAZ, sur une étude préalable en hiver de la répartition des chrysalides, de leur abondance et du degré auquel elles se trouvent parasitées ou frappées par un agent quelconque de mortalité. Etant donnée l'irrégularité avec laquelle les chrysalides saines et les chrysalides condamnées à périr doivent bien souvent se trouver réparties dans une région, suivant les différents points que l'on considère, il est à craindre que des prévisions basées sur une telle méthode, à moins de porter sur un nombre immense

d'individus, ne présentent pas un degré de probabilité suffisant. Il n'en est pas moins vrai que des observations poursuivies dans cette direction pendant une assez longue série d'années seraient d'un réel intérêt et fixeraient au moins nos idées sur quelques points importants du problème.

Les poudrages à la chaux mélangée avec du carbure de calcium ont été recommandés contre la Cochylis et l'Eudémis par la Station d'essais viticoles de Lausanne ; ils agissent surtout comme insectifuges à l'époque du vol des Papillons.

Le permanganate de potasse, 150 grammes par hectolitre de bouillie bourguignonne, a été préconisé pour obtenir la destruction des œufs et des jeunes chenilles ; il aurait été employé avec succès dans l'Aude en appliquant la pulvérisation cinq à six jours après le plein vol des Papillons (1). Il y aurait lieu de faire de nouveaux essais pour vérifier l'efficacité de ce traitement.

Les Altises ont causé des dégâts importants dans les vignobles de la Drôme (notamment vignoble de l'Hermitage), ainsi qu'en de nombreux points du vignoble méridional et du Sud-Ouest.

Dans le Var et les Bouches-du-Rhône, les Barbitistes et les Ephippigères ont été beaucoup moins nombreux dans les Vignes en 1925 qu'en 1924. Une étude spéciale a été publiée sur ces Insectes par J. Bernès, directeur des Services agricoles du Var.

Dans la Gironde, à Preignac, on a constaté divers foyers de *Cneorrhinus plagiatus* sur les jeunes greffes, en compagnie des Opatres (*Opatrum sabulosum*) et d'assez nombreux Taupins (*Corymbites latus*) [Feytaud].

Arbres forestiers et arbres d'avenues.

Une grande invasion de chenilles d'un Bombycide (*Dasychira pudibunda* L.) a eu lieu dans les Vosges, principalement au niveau des forêts domaniales de Sainte-Hélène et de Rambervillers, constituées en majeure partie par des futaies de Hêtres. Elle a donné lieu à des observations suivies, faites par E. Hubault, de Nancy : Les premiers dégâts se sont manifestés dans la seconde moitié d'août et le fléau battit son plein dans la seconde moitié de septembre ; les Hêtres furent les premiers atteints et complètement défeuillés depuis les grands arbres jusqu'aux jeunes semis ; le feuillage des Chênes rouvres fut ensuite complètement dévoré. Par contre, les résineux assez clairsemés furent épargnés, les chenilles parcourant ces arbres du pied à la cîme, mais ne touchant pas aux aiguilles. Dans les derniers jours de septembre, la forêt présentait un aspect hivernal et les chenilles massées au pied des arbres sur plusieurs épaisseurs formaient un épais tapis. Un nombre immense de ces Insectes périt alors de faim ou sous l'influence de maladies microbiennes. Les

(1) *Progrès Agricole et Viticole*, 1925, p. 37.

autres commencèrent à tisser leurs cocons vers le 20 octobre, principalement sous les mousses au pied des arbres ou dans les tas de bois.

Dans les forêts de la vallée de Munster (Haut-Rhin), E. HUBAULT nous a également signalé une invasion de la Tordeuse du Sapin (*Cacœcia murinana*) qui se généralisait au mois de juin sur des centaines d'hectares sans laisser aucun arbre indemne ; toutes les pousses annuelles étaient détruites avec les bourgeons terminaux, ce qui entraînera pour les jeunes arbres la formation d'une cime bifurquée et des conséquences économiques à longue portée.

Enfin, à la fin de l'année 1925, une grande multiplication de la Phalène du Pin (*Fidonia piniaria*) s'est produite dans la forêt de Haguenau, les dommages sur 200 hectares étant assez sérieux pour mettre très gravement en danger de beaux peuplements de Pins sylvestres de soixante-dix à cent ans environ (1).

L'extrême abondance de la Sésie apiforme (*Trochilium apiforme*) a été notée par R. RÉGNIER sur les Peupliers dans les sols sablonneux d'alluvions aux environs de Rouen. Dans un travail récent cet auteur a établi les conditions dans lesquelles les différents ravageurs se succèdent sur cette essence. (Voir p. 479.)

La chenille processionnaire du Pin (*Cnethocampa pityocampa*) a été d'une extrême abondance dans la vallée du Rhône.

Le *Liparis* (*Lymantria*) *dispar* en 1924 et en 1925 a donné lieu en Algérie à une formidable invasion dans un bon nombre de massifs forestiers. M. DELASSUS a organisé contre cet Insecte un essai de grande envergure de lutte biologique en faisant venir de Madrid (forêt de l'Escurial) des milliers de prédateurs et de parasites. Grâce aux services d'aviation le transport des envois n'excéda pas en certains cas quarante-huit heures. De tels essais sont intéressants ; mais leurs résultats sont difficilement interprétables ; car étant donnée la grande ressemblance des faunes des deux régions, si l'on obtient une grande multiplication des Insectes utiles, on hésitera sans doute à la considérer comme exclusivement attribuable à l'appoint des individus importés.

Cultures méridionales.

Les Oliviers ont été en 1925 très attaqués par le *Dacus oleæ* sur le littoral des Alpes-Maritimes, ainsi du reste que par la Teigne (*Prays oleellus*), sans qu'aient été prises des mesures généralisées comparables à celles qui ont permis de combattre les mêmes Insectes en Italie et en Grèce.

Sur le littoral méditerranéen, en particulier aux environs de Menton, le *Chrysomphalus dictyospermi* (*Pou rouge*) a occasionné de graves dommages dans les cultures de Citronniers, de Mandariniers et de Bigaradiers, ainsi d'ailleurs que sur beaucoup d'autres plantes, parmi lesquelles les Phœnix sont au nombre

(1) On signalait en même temps une invasion de cette Phalène dans les forêts allemandes de Pins sylvestres (régions de Trèves et de Mayence).

des plus atteintes. En dehors des bouillies sulfocalciques, les émulsions à base d'huiles de graissage et de colle de farine se sont montrées particulièrement efficaces (1).

Les Cédratiers en Corse ont été encore cette année attaqués par la Teigne (*Prays citri*), ainsi que par le *Mytilaspis citricola* qui a pris un caractère envahissant au sud de Bastia.

L'*Icerya purchasi* est apparu par taches en de nouveaux points dans les départements des Pyrénées-Orientales, de l'Hérault, du Gard, des Bouches-du-Rhône. De très nombreuses colonies de *Novius cardinalis* ont été envoyées de l'Insectarium de Menton pour en arrêter la multiplication : les résultats favorables habituels ont été enregistrés.

En Tunisie, un petit foyer d'*Icerya* a été découvert et une colonie de *Novius* a été immédiatement expédiée pour enrayer sa progression.

L'extension du *Diaspis pentagona* en France paraît toujours assez limitée ; le foyer de Saint-Laurent du Var [Avenue de Mûriers à papier (*Broussonetia*) contaminés] persiste, sans que le remplacement des arbres par d'autres essences résistantes ait été effectué, conformément aux mesures dont on attendait l'exécution par la municipalité. Pour toute la région environnante, une intervention énergique serait désirable.

La Mouche des Oranges (*Ceratitis capitata*) a été, ainsi qu'en 1924, efficacement combattue en divers points de l'Algérie par l'emploi d'appâts empoisonnés à l'arsenic mis dans des récipients suspendus aux branches maîtresses des arbres ; la méthode paraît en bonne voie pour se généraliser [M. DELASSUS].

La Fourmi d'Argentine (*Iridomyrmex humilis*) est en très forte décroissance dans la région de Cannes où les traitements d'été et d'hiver ont été appliqués, grâce au Syndicat de défense, d'une façon régulière et méthodique. Ces traitements consistant surtout dans l'emploi de sirops arséniés et de pièges d'hivernage ont été mis en pratique dans la région de Cannes de 1921 à 1924 et ils ont eu pour résultat de réduire l'importance économique de la Fourmi d'Argentine à celle d'une quelconque de nos espèces indigènes, les maisons n'étant plus exposées à être envahies et les cultures abandonnées pouvant être reprises. Aucun nouveau foyer n'a été signalé sur le littoral. A Tamaris-sur-Mer, la Fourmi gagne un peu de terrain, la lutte n'étant pas organisée.

Cultures ornementales et cultures spéciales.

Le Bupreste de la Ronce (*Corœbus rubi*) porte toujours un grave préjudice aux Rosiers à parfum dans la région de Grasse et aux pépinières de Rosiers dans la région d'Antibes ; la question est actuellement à l'étude.

Les cultures d'Œillets du Midi souffrent toujours des attaques de *Tortrix*

(1) R. POUTIERS et GENIEYS, Traitements d'hiver contre les Cochenilles des Orangers (*C. R. Acad. Agric.*, XI, p. 460-465, 1925).

pronubana ainsi que de différentes espèces de Thrips, ces derniers étant efficacement combattus par les pulvérisations nicotinées.

Les cultures de Menthe dans la région de Grasse ont eu particulièrement à souffrir des atteintes des chenilles de *Pyrausta aurata* Sc. ; les sommités envahies ont été coupées et brûlées [POUTIERS].

Les chenilles de *Sophronia humerella* Schiff. ont causé des dégâts assez importants dans les plantations de Lavande du département de la Drôme.

Dans beaucoup de parties de la France, en particulier dans le bassin de la Seine, les Lilas ont eu, en de nombreux endroits, leurs feuilles, en plus ou moins grand nombre, minées et desséchées par les chenilles de la Teigne (*Gracilaria syringella*).

Les cultures de Violettes des Alpes-Maritimes sont fortement menacées sur beaucoup de points par le caractère envahissant que prend le développement de la Cécidomie (*Perrisia affinis* Kieffer) qui enroule et déforme les feuilles en entraînant le dépérissement de la plante. La multiplication anormale de cet Insecte a été signalée aussi aux environs de Bordeaux et sur certains points aux environs de Paris.

L'attention a été attirée sur la présence en France de *Gracilaria azaleella* Brants, Microlépidoptère exotique nuisible aux Azalées (1). Les chenilles de cet Insecte minent et enroulent en cornet les feuilles de l'*Azalea indica*. Originaire du Japon, et sans doute d'autres parties de l'Asie orientale, il était déjà connu comme se trouvant dans les établissements horticoles de Hollande et de Belgique, ainsi qu'aux États-Unis.

Les chenilles d'une Phycide appartenant à une forme nouvelle de l'espèce *Phycita diaphana* Stgr. ont été signalées par C. DUMONT en Algérie comme nuisibles aux cultures du Ricin. L'auteur a décrit cette forme sous le nom *ricinivorella* et en a fait une étude biologique (2).

Sauterelles.

Une petite invasion de Criquets marocains (*Dociostaurus maroccanus*) en Camargue et à Saint-Louis du Rhône (Bouches-du-Rhône) a été rapidement arrêtée. Dans les Alpes-Maritimes, les Sauterelles sont aussi en décroissance et le foyer qui s'était manifesté l'année précédente à Mandelieu est loin de présenter maintenant la même gravité.

On a signalé peu de *Barbitistes* cette année dans la région des Maures (Var) ainsi que sur d'autres points qui avaient été ravagés l'an dernier [BERNÉS]. Dans les Bouches-du-Rhône (vallée de l'Huveaune), les Barbitistes et les Ephippigères se sont montrés encore en 1925, mais ont fait en somme peu de dégâts.

(1) S. LE MARCHAND, *Bull. Soc. Entom. de France*, 1925, p. 146 et p. 335.
(2) *Bull. Soc. Entom. de France*, 1925, p. 232.

Au cours de l'été 1925, une alerte assez vive causée surtout par de fortes exagérations de la presse locale a été donnée à l'occasion de l'apparition en masse dans une localité de la Haute-Loire d'une Sauterelle aptère (Phasgonurides) l'*Orphania denticauda* Charpentier. En réalité l'Orphanie s'est multipliée d'uue façon très intense, mais sur un espace fort restreint, environ un hectare dans la commune de Mazet-Saint-Voy, a une altitude de 1 165 mètres. Par endroits, la prairie fut entièrement dénudée ; mais les ravageurs se répandirent très vite aux alentours où leurs dégâts devinrent peu sensibles. L'aire de dispersion allant en densité décroissante ne dépassa guère 1 kilomètre à la ronde, autour du centre primitif (1).

Hannetons.

Pour une grande partie de la France, l'année 1925, ainsi qu'on pouvait le prévoir d'après ce que nous savons sur la dominance dans notre pays du cycle triennal uranien, a été une année à Hannetons. Dans la Marne, l'invasion a été particulièrement importante ; le hannetonnage y a été organisé dans de nombreux cantons et l'allocation d'une prime de 50 centimes à 1 franc attribuée par kilogramme de Hannetons récoltés a permis d'opérer la destruction de plusieurs milliers de kilogrammes de ces Insectes. La grande abondance des Hannetons a aussi été signalée dans l'Aisne, l'Eure, les Ardennes, les Hautes-Alpes, le Rhône ; dans certaines régions de l'Isère, les Vers blancs, par contre prédominaient.

La région du Sud-Ouest semble appartenir surtout au cycle ou régime bâlois. Le Hanneton commun (*Melolontha vulgaris*) s'y est montré en très petite quantité ;toutefois, *Melolontha hippocastani* est sorti en nombre sur ses foyers habituels (région d'Arcachon).

En dehors des procédés courants, l'emploi du carbure de calcium a aussi été conseillé pour la destruction des Vers blancs. Autour des plantes atteintes on fait avec un plantoir de 40 en 40 centimètres des trous assez profonds pour atteindre le niveau où se trouvent les larves les plus basses ; on place au fond de chaque trou trois à quatre morceaux de carbure de calcium de la grosseur d'une noix et on bouche ensuite en tassant la terre. L'acétylène qui se dégage sous l'influence de l'humidité assure la destruction des larves.

Oiseaux.

Les résultats de l'enquête sur les Corbeaux de France ont été publiés par M. CHAPPELLIER (Station des Vertébrés utiles et nuisibles) dans les *Annales de la Science agronomique.*

(1) MANEVAL (H.). Multiplication anormale d'*Orphania denticauda* Charpentier (*Bull. bi-mensuel, de la Société linnéenne de Lyon*, V. p. 18, 1926).

Comme tous les ans des dommages considérables ont été causés par les Corneilles noires et les Freux dans le Nord, le Centre et l'Est de la France.

En novembre, on s'est plaint dans la plaine de Caen des dégâts importants causés par les Étourneaux et les Pigeons ramiers dans les semis de Blé et d'Avoine d'hiver.

Mammifères.

Campagnols. — Des dégâts plus ou moins graves dus à ces animaux ont été signalés pendant les premiers mois de 1925, surtout dans les départements suivants : Eure, Seine-Inférieure, Calvados, Marne, Aube, Ardennes, Meurthe-et-Moselle, Haut-Rhin, Côte-d'Or, Indre, Puy-de-Dôme. D'une façon générale, la multiplication alla ensuite en s'amoindrissant, puis l'invasion reprit avec une intensité souvent accrue pendant l'automne et l'on signala, en plus, de sérieuses attaques dans les Deux-Sèvres, la Vendée, l'Yonne, le Loiret (arrondissement de Pithiviers), le Loir-et-Cher, l'Isère, l'Ain et quelques autres départements. L'organisation de la lutte par l'emploi des virus a été surtout pratiquée dans l'Eure, la Seine-Inférieure et la Marne. Dans les deux premiers départements les traitements ont porté sur environ 25 000 hectares, dans la Marne sur une quinzaine de mille. Malgré une grande mortalité constatée, ces traitements ont donné dans l'ensemble des résultats inférieurs à ceux de l'année précédente. La question des perfectionnements à apporter pour obtenir une constance plus complète d'efficacité est mise activement à l'étude à la Station entomologique de Rouen par R. Régnier, qui a déjà obtenu dans cette voie d'appréciables résultats (Rapport sommaire sur les travaux de la Station Entomologique de Rouen, p. 545).

Mammifères divers. — Les ravages des Sangliers dans les champs voisins des forêts ont été signalés dans le Haut-Rhin, le Bas-Rhin et la Moselle.

A la suite d'un Congrès de la Fédération des Associations contre les dégâts du gibier tenu le 25 janvier 1925, le ministre de l'Agriculture a présenté à la Chambre des députés le 30 janvier 1925 un projet de loi relatif à la protection des cultures contre les ravages des Lapins de garenne.

III. — MALADIES NON PARASITAIRES ET MALADIES CAUSÉES PAR DES PARASITES VÉGÉTAUX

Situation météorologique en 1925.

D'après G. Barbé (1), auquel nous empruntons ce qui suit, l'hiver de 1924-1925 a présenté des alternatives de temps humide et doux, sec et frais,

(1) G. Barbé, L'hiver de 1924-1925 (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, p. 392-393, 16 mai 1925).

parfois un peu froid, mais avec une prédominance de températures supérieures aux normales dans toutes les régions et une pluviosité très inégale : forte humidité dans le Nord-Ouest, sécheresse presque complète dans le Sud. Janvier, comme décembre, débute par quelques journées de temps généralement pluvieux et très doux, sauf dans le Sud-Ouest, où il gèle (— 2°,4 à Pau). La période du 7 au 14 est froide ; les gelées sont fortes et presque générales ; elles n'épargnent que la pointe de la Bretagne. La deuxième quinzaine présente des alternatives de temps doux et un peu froid ; à partir du 7, il a été pluvieux ou neigeux, sauf en Roussillon.

Le temps, en février, est dans tout le pays, moins doux et plus pluvieux qu'en janvier. Les précipitations sont parfois assez abondantes pour provoquer quelques inondations au cours de la deuxième quinzaine. La neige, rare depuis le début de l'hiver, tombe fréquemment ; elle couvre toute la France le 23 et le 24.

Les manifestations du temps pendant l'hiver 1924-1925 ont eu d'heureux effets pour la campagne agricole. Par le temps doux et peu pluvieux de décembre, le développement des mauvaises herbes a été il est vrai favorisé autant que l'a été celui des céréales d'automne.

Le printemps (1) de 1925 a été froid et humide. Comme d'ordinaire la saison présente quelque diversité de caractère selon les régions. Ainsi, la température a été surtout basse dans le Sud-Ouest et l'Ouest de la France, tandis qu'elle a été normale ou relativement douce dans le Nord-Est.

Par la faiblesse des températures minima et l'élévation des maxima, par la fréquence des gelées et de la neige, ainsi que celle des orages, le printemps de 1925 a participé à la fois très fortement des deux saisons extrêmes, l'hiver et l'été, entre lesquelles il eût dû normalement atténuer la transition.

L'été de 1925 (2), si on considère l'ensemble de la France, a été, en dépit de l'opinion que le public paraît en avoir gardée, moyennement chaud et relativement sec. Au point de vue de la température, les moyennes de l'été (qui comprend les mois de juin, juillet et août) ne s'écartent, au-dessus et au-dessous des valeurs normales, guère plus de un demi-degré. On peut, tout juste estimer que l'été 1925 a été un peu moins chaud que d'ordinaire et seulement dans l'Ouest et le Centre ; d'autre part, les excès moyens de 0°,6 constatés à Strasbourg et à Perpignan dénotent pour l'Est et le Sud un caractère estival plus accentué.

Les quantités de pluie tombées sont inférieures aux hauteurs normales dans l'Est et l'Ouest. D'autre part, le caractère humide de l'été s'accuse nettement dans le Centre. Dans les régions de l'intérieur du pays, l'humidité de l'été est due moins à la quantité d'eau tombée qu'à la fréquence des chutes.

(1) G. Barbé, Le printemps de 1925 (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, p. 77-78, 25 juillet 1925).

(2) G. Barbé, L'été de 1925 (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, p. 342-343, 24 octobre 1925).

Dans le Midi, l'été a été un peu chaud et normalement pluvieux.

La caractéristique de l'été de 1925 a été l'absence de chaleurs ; on ne compte que des nombres restreints de journées, au cours desquelles le thermomètre a atteint ou dépassé le point 30°, qui, sous nos climats, constitue la limite inférieure à laquelle on rapporte la forte chaleur.

Le caractère estival moyen de l'été est encore corroboré par les excédents, d'ailleurs faibles, des nombres d'heures pendant lesquelles le soleil a brillé.

La fin de mai et les deux ou trois premières semaines de juin ont constitué une période chaude et sèche.

Le reste de l'été a été pluvieux.

La plus grande partie de septembre est froid dans le Nord, le Centre et l'Est. Les pluies y sont fréquentes, sinon abondantes, l'insolation faible. La fin de ce mois est caractérisée par un beau temps à peu près général, qui se poursuit pendant la première quinzaine d'octobre, lequel se termine par des journées froides. Un refroidissement de température survient ensuite dans le Centre et le Nord où la pluie met fin à la sécheresse.

Novembre, qui débute par une température douce, favorable à la germination des céréales déjà en terre, est ensuite marqué à partir du 6 par le froid qui s'établit alors et subsiste jusqu'au 7 décembre. Le temps se radoucit ensuite jusqu'au 13. A cette date débute une nouvelle période de froid, qui prend fin le 20 pour faire place à une température anormalement élevée pour la saison.

Accidents déterminés par le froid.

Gelées de printemps.

Des gelées de printemps, première décade de mai, atteignent le vignoble de l'Aude et de la basse vallée du Rhône, de l'Hérault, du Centre, de l'Ouest, de l'Est de la France. Elles ne déterminent que de faibles dégâts dans la Vienne et surtout en Champagne, où la végétation est peu avancée. Dans la Moselle survient le 3 mai, une gelée de — 4°. Les Vignes à débourrement hâtif sont fortement affectées. Il est vrai que cette perte est ensuite, en quelques semaines, compensée par l'évolution de ceux des bourgeons secondaires qui sont fertiles (1). La gelée du 3 mai détermine de grands dégâts dans le vignoble et les plantations d'arbres fruitiers de Meurthe-et-Moselle.

Gelées d'automne.

A la fin d'août, les cultures de Pommes de terre de Merle, par Saint-Bonnet-le-Château (Loire) (800 m.), subissent une gelée qui atteint leur feuillage.

(1) L. Ravaz, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIII, p. 439-440, 10 mai 1925).

Au milieu d'octobre, se produisent, dans une grande partie de la France, des gelées qui déterminent des dégâts dans les vignobles de l'Est, de Bourgogne, de la vallée de la Loire, et même du Sud-Ouest. Là où la récolte n'est pas terminée, les raisins sont atteints. Dans une foule de vignobles, la végétation de la Vigne, qui est encore en pleine activité au moment où survient cet abaissement de température, se trouve affectée. C'est ce qui se passe dans le Midi (1) ; tubercules de Pomme de terre non rentrés, Choux fourragers, feuilles de Betterave, Maïs, Haricots et autres plantes maraîchères, sont dans bien des régions altérés par le froid.

Au cours des hivers 1924-1925, HEBRARD, de Montpellier, a fait des observations intéressantes et très nettes relatives à la résistance au froid des Avoines (2).

La sécheresse.

Les trois premières semaines de juin sont caractérisées par une sécheresse dont les effets se font sentir sur certaines cultures.

Dans le Cher, par exemple, les Blés, Avoines de la campagne berrichone sont affectés par ce régime.

A Merle, par Saint-Bonnet-le-Château (Loire), les Pommes de terre souffrent d'un excès de sécheresse qui sévit en juillet et août.

Dans certaines localités de la Lozère la récolte des Pommes de terre est réduite du fait de la séchesse.

Accidents météoriques.

1° **Grêle.** — Les chutes de grêle sont fréquentes en 1925. En avril se produisent des chutes de grêle dans le Lot-et-Garonne (19-20 avril) et en Meurthe-et-Moselle où les arbres fruitiers sont endommagés. Le 22 mai, des orages violents accompagnés de grêle sévissent dans le vignoble du Médoc, ainsi que sur une assez grande étendue du Beaucage et de l'Entre-Deux Mers. Dans l'Hérault, les chutes de grêles survenues en mai causent des dégâts localisés. Les vignobles du Vaucluse, du Gard, des Pyrénées-Orientales, subissent aussi des pertes. Dans la Drôme, alors que des chutes de grêle survenues du 1er au 7 mai ne nuisent pas à la végétation qui est très en retard, pendant l'été, la grêle dévaste les cantons de Saint-Donat, Saint-Vallier, Die, etc. La grêle cause des dégâts localisés dans quelques communes limitrophes du Mâconnais. Elle tombe dans le Vignoble du Roannais. La grêle, qui tombe dans la Haute-Garonne au cours de la saison, anéantit complètement certains vignobles.

(1) L. RAVAZ, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 413-417, 1er novembre 1925).

(2) J. HEBRARD, Observations sur la rusticité des Avoines à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier en 1923-24 et 1924-25 (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 44-47, 12 juillet 1925).

2° **Foudre.** — Des accidents que la foudre détermine dans le vignoble de l'Hérault, sont observés et signalés par L. RAVAZ (1).

CÉRÉALES

Maladies ou altérations non parasitaires.

Stérilité des épillets de l'Avoine. — Dans certains cas, on constate à la base des panicules d'Avoine (*Avena sativa*) des épillets stériles. Les agriculteurs ont une tendance à attribuer cette stérilité à l'action des froids et des pluies survenues au moment de la floraison. Il est possible que ce type de coulure se manifeste parfois.

Mais CREPIN suppose qu'il s'agit aussi d'une véritable inhibition des épillets inférieurs, due à ce que les épillets supérieurs absorbent tous les matériaux dont la plante dispose ; c'est une caractéristique variétale qui peut être exaltée ou atténuée selon le milieu ambiant.

Maladies cryptogamiques.

1° *Brûlure des racines des céréales* (*Asterocystis radicis* de Wild). — Dans la région de Paris, DUCOMET et SCHAD constatent en février et mars que certains champs de céréales (Avoine, Orge, Blé) présentent des dépressions de végétation. Les plantes arrachées aux places ainsi affectées ont des racines envahies par l'*Asterocystis radicis*. On peut se demander si la période de froid survenue en janvier n'a pas, en déprimant certaines céréales, telles que l'Avoine, favorisé le développement de l'*Asterocystis radicis*, qui, d'après PEYRONEL, existe sur les racines, saines et en décomposition, d'un grand nombre de plantes (2). LOUIS RIVES fait des constatations analogues à Toulouse, dans la plupart des cultures d'Avoine qui avaient été semées à la fin octobre 1924, à la Ferme expérimentale de l'Institut agricole (3).

Rappelons que ce champignon, auquel EMILE MARCHAL (4) a attribué la brûlure du Lin, a déjà été signalé sur les céréales par DUCOMET (5) et sur les Graminées par G. FRON (6).

2° *Rouilles* (*Puccinia* divers). — Nous tirons des rapports des directeurs des Services agricoles les renseignements suivants :

Favorisée par la pluie de fin avril et du début mai, la Rouille, sans doute

(1) L. RAVAZ, Chronique. La Foudre (*Progrès Agricole et Viticole*, XLII, p. 8, 5 juillet 1925).

(2) B. PEYRONEL, Prime ricerche sulle micorize endotrofiche e sulla micoflora radicicola normale delle fanerogame (*Rivista di Biologia*, V, p. 463-485, 1923 ; VI, p. 17-53, 1924).

(3) L. RIVES, Sur une maladie occasionnelle de l'Avoine (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, p. 148, 22 août 1925).

(4) EM. MARCHAL, Recherches biologiques sur une Chytridinée parasite du Lin (*Ann. Soc. belge de Microscopie*, XVII, 1893).

(5) V. DUCOMET, Pathologie végétale, Paris, 1908.

(6) G. FRON et Mlle GAILLAT, Sur la maladie de la brûlure des racines de Graminées (*Comptes Rendus des séanees de l'Acad. d'Agric. de France*, XI, p. 119, 4 février 1925).

P. glumarum, se développe dans les départements suivants : Aisne, Nord, Seine-et-Marne, Eure, Sarthe, Mayenne, Loiret, Loir-et-Cher, Loire, Haute-Vienne, Meuse, Moselle, Haute-Marne, Doubs, Haute-Saône, où l'attaque ne porte que sur Bon Fermier et Hybride Inversable, tandis que les Blés du pays ne sont pas atteints. Dans le Nord, l'Aisne, la Seine-et-Marne, la Sarthe, le Loiret, la Loire, la Haute-Vienne, la Meuse, la Rouille est entravée par la sécheresse qui survient à la fin de mai ou au début de juin.

En juin, dans l'Aisne, la Rouille est particulièrement intense sur Bon Fermier et Japhet ; en Meurthe-et-Moselle, la Rouille exerce sur certains Blés une violente attaque ; des différences de sensibilité se manifestent suivant les variétés ; alors que le Bon Fermier est très atteint, le Blé rouge d'Alsace (souche 22 de Colmar) résiste. Dans la Sarthe, la Rouille qui débute fin mai est entravée dans son développement par le froid sec de juin. Dans le Morbihan, l'attaque de Rouille est assez faible en juin. Cette dernière est signalée à la même époque dans la Creuse, la Lozère, le Tarn-et-Garonne, les Landes

Dans le Nord de la France, de recherches effectuées à la Station expérimentale de Capelle (Nord) pour l'étude des Rouilles des céréales, Florimond Desprez tire d'intéressantes conclusions (1).

Guyot constate dans un champ d'expérience qu'il avait constitué à Bussy (Somme), une grave attaque de *P. coronifera* à laquelle les diverses variétés d'Avoine ne sont pas également sensibles.

En Lorraine, à Metz, Meneret, préparateur à la Station agronomique de Metz, dirigée par Iess, fait des observations dans le champ d'expériences de M. Gros, Ferme de Maison Rouge, Moulins (Moselle). *P. glumarum* est constaté le 23 avril sur Bon Fermier. Intensité maxima vers le 25 mai par température (température moyenne 18°) et état hygrométrique (moyenne diurne 7°) élevés.

En Alsace, à Colmar, Selaries, assistant biologiste à la Station agronomique de Colmar, dirigée par Bartman, fait les observations suivantes :

Aucune attaque de Rouille n'est constatée en hiver.

Le 4 mai, une ou deux feuilles encore étalées à terre des variétés suivantes ; Folmaozona 658, Magyarovar D. 18, Magyarovar D. 35, Carlotta Strampelli (Riéti) sont envahies. Très nombreuses, les pustules évoluent en trois ou quatre jours. Les feuilles sèchent ensuite et meurent. Le 12 mai une feuille d'Arditto Strampelli est atteinte. La maladie prend de l'extension à partir du 15 mai. Le 18, nouvelles attaques et extension des taches existantes. Désormais, l'intensité de la maladie se montre étroitement liée à la température. La première attaque des barbes a lieu le 16 juin, les glumes et glumelles ne sont envahies que le 23 juin. Les grains (caryopses) sont attaqués le 7 juillet. Le *P. triticina* apparaît le 16 juin sur 25 variétés. Son développement est extrêmement rapide,

(1) Florimond Desprez, Observations sur la Rouille (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, p. 118-120, 8 août 1925).

grâce sans doute à la température élevée. Les pustules apparaissent simultanément sur tous les étages de feuilles. Seule l'intensité est différente. *P. graminis* n'est pas constaté.

Dans la région parisienne, au cours d'un hiver, qui, s'il présente des phases de froid, est d'une manière générale doux et souvent pluvieux, les Rouilles des céréales se développent durant la mauvaise saison.

A Grignon (Seine-et-Oise), DUCOMET (1), qui avait noté le 1er décembre 1924, les premières pustules de *P. glumarum* sur un hybride de Blé de Miracle et du Blé Mont-Hermon semé au jardin botanique le 1er octobre 1924, rencontre le 5 janvier le *P. triticina* sur cette céréale. Une Orge également semée le 10 octobre porte aussi le *P. glumarum* le 5 janvier 1925. A cette date, les Rouilles n'existent pas encore dans les emblavures. Par contre, elles sont abondantes dans les céréales venues naturellement au milieu de chaumes et des fourrages d'automne. C'est dans ces conditions que *P. glumarum* et *P. triticina* existent depuis le 25 octobre 1924 sur deux variétés sensibles : Gironde Inversable, Vilmorin 23. Sur les Avoines provenant de semis naturels, DUCOMET constate l'existence de *P. graminis*, dont les sores à urédospores sont très rares et les téleutospores sont communes et présentent des particularités morphologiques. DUCOMET est porté à croire que le mycélium a fructifié directement en téleutospores. L'espèce aurait donc évolué en *micropuccinie* (2).

Vers le 10 janvier, les emblavures d'automne commencent à porter *P. simplex* et *P. glumarum* dans le cas de l'Orge ; *P. glumarum* dans le cas du Blé.

Aussi bien en plein champ qu'en collection, l'Orge est beaucoup plus violemment attaquée que le Blé.

Au début de la deuxième décade de janvier, il se produit un refroidissement, qui atteint près de — 7° le 12. Le développement de *P. simplex* et *P. glumarum* n'est pas entravé. On sait qu'ERIKSSON a noté la continuité des éruptions de *P. glumarum*, malgré les froids de — 7° à — 9°,5. Les semis naturels d'Avoine (variétés de printemps) souffrent beaucoup du froid, *P. coronifera* disparaît. Les exigences, manifestées au point de vue de la chaleur, sont moindres dans le cas de *P. simplex* et *P. glumarum* que dans celui de *P. triticina* et *P. coronifera*. Ce ne sera que beaucoup plus tard, au mois de mai, que ces derniers apparaîtront dans les emblavures. Fait intéressant, tandis qu'en janvier *P. coronifera* paraît éteint sur Avoine cultivée (*Avena sativa*), il ne l'est pas plus sur *Avena elatior* que sur *Lolium italicum*.

Dans leur champ d'études des Rouilles des céréales, DUCOMET et SCHAD notent le 10 avril, le *P. glumarum* sur un certain nombre de Blés. La Rouille jaune se manifeste ensuite sur d'autres variétés à des époques diverses s'échelonnant du 10 avril au 10 mai. La troisième feuille du Blé de Noé est

(1) V. DUCOMET, Les Rouilles des Céréales en automne et en hiver (*Revue de Path. vég. et d'Entom. agric.*, XII, p. 21-27, janvier-mars 1925).

(2) V. DUCOMET, Nouvelles observations sur les Rouilles (*Revue de Path. vég. et d'Entom. agric.* XII, p. 60-64, janvier-mars 1925).

envahie le 10 avril, alors que la première feuille n'est attaquée que le 8 mai. A ce moment, la pustulation est faible. Le 22 mai, lors du gonflement végétatif, les taches sont très étendues, la pustulation est active. Les téleutospores sont présents le 29 mai sur les quatrième et troisième feuilles. Le 6 juin, lors de l'épiaison, les sores constitués par le *P. glumarum* sont nombreux, l'attaque de l'Urédinée est intense au moment de la floraison. Le 24 juin, elle a envahi glumes, glumelles, tiges. *P. triticina* apparaît du 6 au 12 juin sur certaines variétés ; il se montre plus tard sur d'autres sortes. Durant la seconde quinzaine de juin et le mois de juillet, les deux Urédinées coexistent. Le *P. triticina*, dont l'attaque n'est en aucun cas très redoutable, tend cependant généralement à prédominer sur *P. glumarum.*

P. graminis n'apparaît que vers le 10 juillet sur certaines variétés tardives, sur lesquelles il n'exerce que de faibles dommages(V. rapport sommaire, p. 492).

Simonet, pathologiste de la Maison Vilmorin, a eu l'amabilité de nous communiquer les résultats de ses observations.

1° *Puccinia glumarum.* — Très forte attaque. Première notation : 14 avril. Dernière notation : 1er juillet.

a. *Très attaqués :* Hybride hâtif inversable, Richelle, blanche, hâtive, Blanc de Flandre, Noé, Crépi, Gros bleu, Hybride du Trésor, Hybride du Bon Fermier, Hybride de Massy, Hybride Briquet jaune Barbu à gros grain, Poulard d'Australie, Belotourka, Pologne.

b. *Moyennement attaqués :* Hybride Bordier, Victoria d'automne, Japhet, Saumur d'automne, Tourelle rouge de Provence, Rouge de Saint-Laud, Hybride Lamed, Bladette de Besplas, Blé-Seigle, Pétanielle blanche, Pétanielle noire de Nice, Medeah.

c. *Assez attaqués :* Gironde, Oscar Benoist, Hybride à grosse tête, Bordeaux, Browick, Hybride, Dattel, Carlotta Strampelli, Hybride Poilu du Tarn, Rouge prolifique barbu, Poulard à six rangs, Amidonnier blanc barbu.

d. *Peu attaqués :* Hybride des Alliés, Wilhelmine, Hybride Vilmorin 23, Pansar, Hybride de la Paix, Wilson, Rouge d'Écosse, Teverson, Hérisson sans barbe, Cazaux, Riéti, Perle de Nuisement, Miracle, Epeautre blanc sans barbe, Nonette de Lausanne, Rouge d'Altkirch, Rouffach.

e. *Très peu attaqués :* Engrain commun.

2° *Puccinia triticina.* — Attaque moyenne. Première notation : 15 juin. Dernière notation : 15 juillet.

a. *Moyennement attaqués :* Pansar rouge, d'Altkirch, Rouffach, Wilson, Rouge d'Écosse, Teverson.

b. *Assez attaqués :* Perle de Nuisement, Poulard à six rangs.

c. *Peu attaqués :* Vilmorin 23, Wilhelmine, Hybride du Trésor, Hybride du Bon Fermier, Hybride des Alliés, Hybride Bordier, Hybride de Massy, Rouge de Saint-Laud, Cazaux.

Les autres Blés sont indemnes.

3° *Puccinia graminis.* Faible attaque. Première notation : 15 juillet.

a. *Moyennement attaqués :* Barbu à gros grain, Rouge prolifique barbu.

b. *Peu attaqués* : Victoria d'automne.

Les autres blés sont indemnes.

En Bourgogne, Riols, préparateur à la Station d'Avertissements agricoles de Dijon, dirigée par Roy, effectue des observations dans deux endroits différents :

1° Au centre de sélection des semences de l'Office agricole.

2° Dans le domaine Montagne de Larrey de l'Institut des Recherches agronomiques.

Dans la première de ces Stations, *P. glumarum* existe fin mars, début avril. Le 20 avril, les Blés sont tout jaunes, l'attaque est généralisée. Les

feuilles inférieures sont tuées, les supérieures sont envahies au fur et à mesure de leur sortie de gaine. A partir du 7 mai, de nouvelles variétés sont envahies. *P. triticina* débute le 11 juin et sévit fortement jusqu'au 20 juin sur toutes les variétés, sauf l'hybride Vilmorin 23.

Observé le 3 juin sur *Agropyrum repens* végétant entre les parcelles d'hybride de la Paix et d'Altkirch, variétés qui sont demeurées indemnes jusqu'à la récolte, le *P. graminis* apparaît vers le 11 juillet sur différents Blés et sur le Seigle et vers la mi-juillet sur Avoine noire de Brie et Ligowo-Brie. Le *P. simplex* existe sur Orge en même temps qu'*Erysiphe graminis*.

Dans le Sud-Est, les observations sont effectuées par BORDAS et JOESSEL, directeur et préparateur à la Station agronomique d'Avignon dans leur champ d'expérience. Emblavement le 15 et 16 octobre par temps humide, pluvieux qui persiste jusqu'au début décembre, faisant alors place à une période douce. Le 6 janvier 1925, *P. glumarum* existe sur vingt variétés et *P. triticina* sur trois. Tandis que *P. glumarum* prend une grande extension autour des premiers foyers constatés et attaque peu à peu dans le courant de l'hiver et le début de printemps la plupart des variétés mises en observations, *P. triticina* n'est représenté jusqu'au début de mai que par de rares pustules isolées. Mars et le début d'avril sont pluvieux. *P. glumarum* poursuit son évolution sur certaines variétés, avec cependant, diminution nette de l'intensité de ses attaques et parfois même arrêt de développement. A partir du 15 mai *P. glumarum* est en régression sur la plupart des variétés alors parvenues à la fin du gonflement et au début de la floraison. Mais loin de montrer cette régression, certaines variétés présentent au contraire, à cette période, une recrudescence d'attaque et les pustules, d'abord localisées sur les feuilles, naissent sur les tiges et apparaissent peu à peu sur les glumes. *P. glumarum* empêche les grains de se former. Très rare encore au début d'avril et représenté seulement alors par quelques pustules isolées, *P. triticina* acquiert, dès les premiers jours de mai, une certaine fréquence et atteint son maximum à la fin de ce mois ou au commencement de juin. *P. graminis* apparaît le 10 juin et ne cause que des dégâts insignifiants.

Les observations effectuées par CHAPTAL et RIVIER, directeur et chef de travaux à la Station de Physique et d'Avertissement agricoles de Bel-Air près Montpellier (Hérault), sont les suivantes :

Les semis sont effectués du 16 au 21 octobre sur un terrain situé en bordure d'un plateau très bien drainé et relativement sec. Le 24 avril, *P. glumarum* est déjà assez développé dans une certaine zone, où la végétation semble plus ou moins déprimée. Le 24 avril, *P. triticina* n'est visible que sur quelques Blés. A partir de cette date les deux parasites apparaissent successivement sur la plupart des variétés étudiées. *P. graminis* n'est au contraire trouvé sur aucune variété. Les 2 et 3 juin nous constatons que seul *P. triticina* est encore nettement visible sur les Blés de Bel-Air, qui sont très éprouvés par la sécheresse.

A la même époque, dans un champ d'expérience, que VIDAL, professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier, a établi en milieu plus frais, nous constatons que *P. glumarum* se montre encore et que *P. triticina* sévit très fortement.

Dans le Sud-Ouest, le 12 juin, au domaine de SEVERIN au Fontet, près la Réole (Gironde), se révèlent sur certaines variétés des indices d'une forte attaque de *P. glumarum* qui est actuellement terminée alors que *P. triticina* sévit encore.

Le 13 juin, au domaine de la Grande-Ferrade, près Bordeaux, dirigé par BOURDEL, directeur du Centre agronomique, le champ d'expériences, que GARD, directeur de la Station de Pathologie végétale et RAYMOND, préparateur, ont créé pour l'étude des Rouilles, présente des vestiges d'une forte attaque de *P. glumarum* et montre *P. triticina* en pleine évolution.

3° *Charbons* (*Ustilago*). — Les expériences de GUYOT sur le traitement contre le Charbon des Céréales sont exposées ailleurs (1).

4° *Carie* (*Tilletia*). — Bien que plus rare que dans les années qui ont suivi la guerre, cette maladie est encore par trop répandue ; aussi des essais de lutte sont-ils poursuivis par plusieurs expérimentateurs. Les résultats obtenus par GUYOT, préparateur à la Station centrale de Phytopathologie, sont consignés ailleurs (1).

A la suite d'essais effectués en 1922 dans le but de déterminer l'influence sur la germination des grains de l'élévateur à palette employé dans beaucoup de machines à battre, PIERRE BAILLY (2) a été amené à constater, une fois de plus, après d'autres auteurs, que des grains, sains en apparence, provenant de récoltes ayant subi ce mode de battage, perdaient une grande partie de leur faculté germinative à la suite du traitement au sulfate de cuivre, en solution à 2 p. 100, traitement le plus communément employé pour détruire les spores de la Carie.

A l'heure actuelle, le poudrage des semences est déjà pratiqué en grand dans certains pays, États-Unis en particulier, et tend à s'introduire également en France, par suite des avantages qu'il présente : action moins nocive sur les grains, facilité de manipulation, conservation aisée des semences. VERMOREL a signalé la possibilité d'utiliser l'acétate neutre de cuivre en poudre fine au traitement à sec des semences à côté du carbonate de cuivre presque exclusivement employé en Amérique (3). En 1924-1925, VERMOREL (4) fait des essais avec : 1° des solutions de sulfate de cuivre et d'acétate neutre de cuivre; 2° de l'acétate neutre de cuivre en poudre et du carbonate de cuivre pulvérulent.

Les essais de poudrage révèlent que la germination des spores de carie

(1) Rapport sommaire.

(2) PIERRE BAILLY, Faculté germinative et sulfate de cuivre (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIII, p. 55-57, 17 janvier 1925).

(3) V. VERMOREL, Le verdissage des semences de céréales (*C. R. Académie d'Agriculture*, X, p. 797, 15 octobre 1925).

(4) V. VERMOREL, Le vitriolage des semences, son remplacement par le verdissage pour préserver les Blés de la Carie (*C. R. Académie d'Agriculture*, XI, p. 885-892, 18 novembre 1925).

est empêchée par le verdet neutre aussi bien que par le carbonate de cuivre. Les deux produits cupriques sont actuellement de prix sensiblement égaux. L'acétate présente sur le carbonate de cuivre les avantages suivants : il est mieux connu des agriculteurs, il est plus répandu dans le petit commerce, il marque mieux sur les semences.

PAUL POUZIN (1, 2) obtient de bons résultats par emploi du poudrage avec oxychlorure cuivreux, carbonate de cuivre, acétate neutre de cuivre, sulfate de cuivre desséché et vitrioline.

W.-H. TISDALE, J.-W. TAYLOR, R.-W. LEUKEL et MARION A. GRIFFITHS, qui se sont livrés à une étude sur les nouveaux désinfectants de la semence, qui sont préconisés pour lutter contre la Carie du Blé, ainsi que contre les Charbons de l'Avoine et de l'Orge, arrivent à montrer que contre la première de ces maladies le carbonate de cuivre est supérieur aux composés mercuriques à acides organiques, complexes, qui, sous divers noms, sont l'objet d'une certaine vogue (3).

5° *Erysiphe graminis*, D.C. — Ce champignon est fréquent sur les feuilles inférieures des céréales. On le trouve, par place, sur la partie supérieure de la plante et notamment sur l'épi. Au champ d'expériences de la Montagne de Larrey, près Dijon, RIOLS observe une forte attaque sur les Blés. Plusieurs variétés portent le champignon sur leurs glumes et glumelles.

6° Piétin (*Leptosphæria herpotrichoides* de Notaris et *Ophiobolus graminis* Sacc.). — Le Blé est fortement attaqué par le Piétin (*Leptosphæria herpotrichoides* et *Ophiobolus graminis*) dans une grande partie de notre pays et notamment dans le Nord, la région parisienne, le Centre, le Sud-Ouest de la France. La gravité de l'invasion est-elle liée aux conditions climatériques (temps doux et humide) spéciales à la plus grande partie de la période hivernale ? C'est vraisemblable, car, dans plusieurs cas, on a constaté que des années qui présentent des caractéristiques atmosphériques telles que celles de 1925, ont été très exposées au Piétin.

De l'enquête sur le Piétin on peut tirer les indications suivantes.

Les dégâts les plus redoutables sont causés par le *Leptosphæria herpotrichoides* : la verse due à ce parasite est plus grave en bien des points que l'échaudage provoqué par l'*Ophiobolus graminis*. La répartition de ces deux parasites selon leur prédominance, au cours de la dernière campagne, parait, d'ailleurs, être la suivante :

(1) P. POUZIN. Sur le poudrage des semences (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIII, p. 89, 31 janvier 1925).

(2) P. POUZIN. Encore le traitement à sec des semences (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, p. 578-579, 7 novembre 1925).

(3) W.-H. TISDALE, J.-W. TAYLOR, R.-W. LEUKEL and M.-A. GRIFFITHS. New seed desinfectants for the control of bunt of wheat and the smuts of oats and barley (*Phytopathology*, XV, p. 651-675, pl. XXV-XXVIII, november 1925).

Nombre de départements où a donné	*Leptosphæria herpotrichoides* : 15........	50 p. 100.
	Ophiobolus graminis : 9................	29 —
Où les parasites se sont montrés également dangereux : 6...........		21 —

Si le *Leptosphæra herpotrichoides* semble surtout grave dans les terres à Blé de la moitié septentrionale de la France (Charente, Loire-Inférieure, Morbihan, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine, Orne, Calvados, Sarthe, Eure, Mayenne, Loiret, Loir-et-Cher, Oise, Nord, Meurthe-et-Moselle), l'*Ophiobolus graminis* paraît plus fréquent dans les régions plus méridionales (Saône-et-Loire, Ain, Cher, Indre, Dordogne; Tarn, Aveyron, Gers, Landes, Hautes-Alpes, Basses-Pyrénées). C'est également dans cette dernière zone que se rencontrent les départements où le Piétin n'est cause que de dégâts insignifiants: Gard, Ardèche, Drôme, Haute-Savoie, Basses-Alpes, Alpes-Maritimes, Cantal, Pyrénées-Orientales, Hautes-Pyrénées, Vaucluse).

Les observations effectuées par M[lle] GAUDINEAU et GUYOT figurent dans le Rapport sommaire (Voir p. 488).

Il convient de faire observer que dans plusieurs régions, Nord, Beauce, malgré la fréquence du Piétin, la récolte n'est pas mauvaise. JACQUES BENOIST émet l'opinion que sans la sécheresse relative qui a régné en juin, l'intensité de l'attaque eût été beaucoup plus grande et, étant donnée la généralisation de la maladie, les dégâts beaucoup plus considérables.

7° *Maladies fusariennes* (*Fusarium* sp.) (1). — A. MAUPAS paraît attribuer à des attaques de *Fusarium* les cas de non réussite de certains semis de céréales. Il semble incriminer le *F. nivale*, dont l'existence en France n'a pas encore été démontrée (1). Aux environs de Paris, dans la Somme, et ailleurs, s'observent cette année, comme de coutume, une ou plusieurs espèces de *Fusarium* qui attaquent l'épi de Blé.

Cultures fourragères.

LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES. — *Urophlyctis alfafae* (Lagerh.) P. Magnus, assez fréquent sur Luzerne (*Medicago sativa*) dans les cultures de Bussy-les-Poix (Somme) où il est observé par GUYOT.

Sclerotinia trifoliorum Eriksson est signalé sur les Trèfles (*Trifolium pratense*) du Morbihan et le Bas-Rhin (arrondissement de Strasbourg).

GRAMINÉES. — *Epichloe typhina* (Pers.) Tul. existe sur diverses Graminées à Bussy-les-Poix (Somme).

Cultures industrielles.

BETTERAVE (*Beta vulgaris*). — *Brûlure de la racine*. — Plusieurs cultivateurs des départements du Nord aussi bien que de ceux de l'Est et de l'Ouest,

(1) A. MAUPAS, Le *Fusarium* des Céréales en Allemagne (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIII, n° 23, p. 457-459, 6 juin 1925).

s'aperçoivent en juin que de trop nombreuses plantes de Betteraves dépérissent et meurent. Les dégâts sont tels que certains champs sont menacés de dévastation complète. La racine des plantes atteintes est noire et reste grêle. Il semble qu'il s'agisse de la maladie connue en Allemagne sous le nom de Wurzelbrand.

Jaunisse. — Cette maladie exerce de grands dégâts dans l'Aisne et est signalée dans les Deux-Sèvres.

Pourriture du cœur. — Cette maladie sévit dans les Deux-Sèvres.

Mildiou de la Betterave (*Peronospora Schachti* Fuck.). — Ducomet constate dans l'Aisne que cette maladie se manifeste dès la période pluvieuse qui sévit en juillet, s'intensifie en août, pour devenir plus grave encore en septembre. Le *P. Schachtii* existe à Mormant (Seine-et-Marne), le 20 juillet ; il est très peu abondant en Seine-et-Oise.

Ramularia. Le *Ramularia beticola* Fautr. et Lamb. est constaté par Ducomet, dès le début d'août dans les cultures de l'Aisne, dans certaines desquelles, il acquière un grand développement. L'existence de cette maladie est également constatée en Seine-et-Oise.

Cercospora. D'après Ducomet, le *Cercospora beticola* Sacc. serait assez développé dans l'Aisne, vers la mi-septembre. Nous recevons en octobre de Crépy-en-Laonnois, des feuilles de Betteraves adressées par Debretonne et qui portent le *C. beticola.* Maurus Deutsch dit avoir observé que cette maladie se propage autour des porte-graines.

Rhizoctone violet (*Rhizoctonia violacea* Tul.). — Des attaques de Rhizoctone violet sur Betterave sont signalées en Alsace (Bas-Rhin) et dans le Sud-Ouest (Lot-et-Garonne).

Rouille (*Uromyces Betæ* (Pers.) Kuhn). — La Rouille est assez répandue ; elle est signalée dans les Deux-Sèvres.

Pommes de terre (*Solanum tuberosum* L.). — 1° *Anomalies de forme et de végétation.* — Perret déclare que dans la zone montagneuse de la Loire et de la Haute-Loire au début de la végétation, grâce à la température froide et aux pluies torrentielles de fin mai et juin, les plantes sont chétives et présentent de nombreux manquants par pourriture du tubercule mère ou par filosité.

2° *Maladies dites de la dégénérescence.* — D'après Simonet, pathologiste de la Maison Vilmorin, en Seine-et-Oise, l'enroulement est relativement rare, la Mosaïque et la Frisolée sont fréquentes (v. aussi rapports sommaires p. 492-493).

Perret constate dans le Forez (Loire) une aggravation de ces maladies. Le déclin est grand pour toutes les variétés. Jamais n'avait été observée, pour la Violette du Forez, une différence aussi sensible entre les plantations issues de semences contrôlées et celles provenant de tubercules prélevés dans des champs déjà un peu dégénérés. Jamais, à la récolte, n'a été constatée une différence aussi forte entre les rendements des pieds sains et celui des pieds malades. Perret attribue, pour une part, ces résultats à ce qu'en 1924-25 ont régné

dans le Forez des conditions favorables à la multiplication des Pucerons, agents d'infection. D'autre part, il suppose que la forte production de 1924 n'est pas étrangère à cette accentuation des maladies de dégénérescence. Voici du reste comment il s'exprime à ce sujet :

« Dans les années favorables à la culture de la Pomme de terre, la différence de rendement entre les pieds sains et les pieds malades est relativement peu accentuée ; les premiers fournissent beaucoup de gros tubercules moyens. Comme la plupart des cultivateurs ont l'habitude de réserver pour la semence des tubercules peu volumineux il se produit une *véritable sélection à rebours* ; la descendance des plantes saines, au lieu d'être utilisée pour la semence, va à la consommation.

Un phénomène inverse a lieu, du reste, dans les années à faible production, il se produit une *sélection naturelle et directe* par le fait que les plantes à enroulement ou à mosaïque ne fournissent que de très petits tubercules, très souvent inutilisables pour la semence (1). »

A.-Ch. Girard attribue à l'action des maladies de dégénérescence de la Pomme de terre la faiblesse des rendements (2 500 à 3 000 kilogrammes à l'hectare) que donne cette plante en Périgord (2).

Feytaud signale que plusieurs cultures de la région du Sud-Ouest ont à souffrir des diverses maladies de dégénérescence (Mosaïque, Frisolée, Enroulement).

3° *Mildiou de la Pomme de terre* (*Phytophtora infestans* (Montagne) de Bary). — Duboys signale le *Phytophtora infestans* le 20 avril à Noirmoutiers, le 30 mai à Roscoff, dans les premiers jours de juin à Saint-Malo. Ce n'est qu'au début de juillet que la maladie se manifeste dans l'Ille-et-Vilaine et le Morbihan. Elle progresse ensuite vers l'Ouest atteignant bientôt la Sarthe et la Mayenne, passant ensuite à la région parisienne, où à Grignon (Seine-et-Oise) Ducomet constate les premières taches le 11 juillet et la première invasion le 16 juillet. Il signale le 2 août, une contamination sans effet nettement visible, et le 7 août, une invasion à caractère marqué qui entraîne des dégâts sérieux. L'invasion du 27 août est la plus importante de toutes. Nous sommes mal renseignés sur l'époque d'apparition du *P. infestans* dans le Sud-Ouest. Nous savons seulement qu'il se développe activement à Saint-Sever (Landes) dans la seconde quinzaine de juillet. Cependant, la maladie progresse dans le reste de la France, qui se trouve entièrement envahie au cours du mois d'août. Du reste, il semble bien que la marche ne s'effectue pas uniquement de l'ouest à l'est. En effet, la maladie est signalée dès juin dans le Gard par Cabanne, directeur des Services agricoles. D'après Cabaud elle apparaît le 15 juillet à la Boulaye, par Toulon-sur-Arroux (Saône-et-Loire) C'est au début d'août

(1) C. Perret, Rapport sur le contrôle des champs de Pommes de terre en 1925 (*Office départemental agricole de la Loire*, 25e année, 3e série, n° 285, p. 163-165, 15 novembre 1925).

(2) A.-Ch. Girard, Travaux de la ferme expérimentale d'Escoire (Dordogne) (*C. R. Acad. d'Agric.*, XI, p. 841-845, 4 novembre 1925).

que RIOLS constate l'existence de la maladie en Côte-d'Or. Quelques invasions partielles, peu graves du *P. infestans* sont vues en juillet à Clermont-Ferrand par CREPIN, qui déclare qu'à cette époque, le beau temps empêche le développement de la maladie, laquelle, en août, grâce aux pluies assez abondantes, provoque une série de petites attaques. D'abondantes précipitations d'eau (24-25 août) déclanchent sur toute l'Auvergne une invasion très généralisée. C'est à cette époque que PERRET constate une attaque grave dans le canton de Saint-Just en Chevalet (Loire), légère à Saint-Bonnet-le-Château (Loire), bénigne sous forme de quelques foyers épars à Chaulme (Puy-de-Dôme) à 1 200 mètres d'altitude. C'est peu après, le 15 août, que FEYTAUD voit se manifester une forte invasion dans le Limousin et une moins grave dans la Gironde, où elle est cependant assez intense au nord de Bordeaux. A la même époque, la région de Confolens est gravement envahie, d'après GARD. Dans la plus grande partie de la France (Est, région parisienne, Ouest, y compris la Bretagne, vallée de la Loire et Centre, Massif Central), la maladie se montre particulièrement active à la fin d'août et en septembre. Son attaque se poursuit parfois même en octobre sur des variétés tardives. Aussi les tubercules, qui sont souvent envahis par le *P. infestans*, pourrissent-ils en assez grande proportion (v. rapports sommaires p. 493).

Les renseignements suivants nous sont fournis relativement à l'intensité de l'attaque sur diverses variétés. En Seine-et-Oise, d'après SIMONET, pathologiste de la Maison Vilmorin : sont ; a. *très peu atteintes* : Robyn, Industrie, Rouge, Favoriet ; b. *peu atteintes* : Ursus (Grosse du Gâtinais), de Wette, Ferdinand Heine, Deodara, Professeur Wohltmann (Rouge du Soissonnais), Géante bleue, Pépo ; c. *assez peu atteintes* : Industrie, Institut de Beauvais, Imperator, City blanche, Rhoderick Dhu, Président Krüger. — En Saône-et-Loire, à la Boulaye, par Toulon-sur-Arroux et à la fin juillet, d'après CABAUD, sont atteintes : Géante Saint-Malo, Fin de Siècle, Early Rose ; ne sont pas atteintes : Industrie, Beauvais. — Dans le Puy-de-Dôme, d'après CREPIN : ont un feuillages très atteint : Saucisse, Bishop, Merveille d'Amérique, Violette du Forez, Merveille d'Auvergne ; Bishop aurait un feuillage très atteint et des tubercules indemnes. D'après DUCOMET, cette variété se comporterait difféemment à Grignon. Dans la Loire, d'après PERRET, la Fleur de Pêcher est plus atteinte que la Wohltmann. Dans la Seine-Inférieure, Institut de Beauvais et Industrie sont moins attaquées qu'Early rose et Mille germes. — Dans le Morbihan, les tubercules d'Early rose et de Saucisse sont fortement envahis.

4° *Gangrène bactérienne de la tige dite Jambe noire* (*Bacillus phytophtorus* Appel). — Nulle part cette maladie n'est signalée comme très développée. FEYTAUD en constate quelques cas dans les cultures du Sud-Ouest.

5° *Rhizoctone* (*Hypochnus Solani* P. et Del. *Rhizoctonia Solani* Khun). — Est très répandu en Alsace, dans la Côte-d'Or et en Saône-et-Loire où il est accompagné de rougissements des sommets (v. rapports sommaires p. 493).

Rhizoctonia violacea Tul. est observé sur la Pomme de terre dans le Lot-et-Garonne, en Lorraine et en Alsace, où BLÆSIUS le constate dans deux champs situés dans la banlieue d'Oberkausbergen (Bas-Rhin) sur les tubercules de la variété Industrie (1) (v. rapports sommaires p. 494).

6° *Flétrissements de la Pomme de terre accompagnés de la présence du Colletotrichum atramentarium* (Berk. et Br.) Taubenhaus (*Vermicularia varians* Ducomet) *sur les extrémités radiculaires.* — La maladie des flétrissements de la Pomme de terre se manifeste dans diverses parties de la France (Alsace, Bourgogne, Saône-et-Loire, Rhône, Massif Central, Limousin, Quercy, Sud-Ouest, etc.). Dans l'ensemble, la gravité qu'elle acquière en 1925 est sans doute moindre que celle qu'elle a manifestée en 1926. C'est le cas dans le Haut-Rhin, d'après SELARIES, qui constate les heureux effets du sulfure de calcium et de l'arséniate de soude. PERRET estime que l'attaque de 1925 est moins grave que celle de 1924, parce qu'elle est retardée par la sécheresse ; ce qui semble bien indiquer que l'affection n'est pas due au manque d'eau. A Nollieux (Loire), le nitrate de chaux employé en couverture sur Fin de Siècle et Violette, du Forez, réduit notablement les dommages dus au Flétrissement. Il est moins efficace à Saint-Marcellin (Loire) (2). Nous constatons l'existence de la maladie dans la Corrèze et le Lot où les dégâts sont parfois importants. Elle nous est signalée dans les Deux-Sèvres, surtout dans la région de la plaine. Dans le Lot-et-Garonne, d'après DUCOMET, le *Vermicularia varians* est fréquent sur les plantes atteintes de flétrissement. Bien que contaminée, la variété Ferdinand Heine est peu éprouvée. Les lésions restent en effet superficielles sur les racines et les tubercules. C'est sans doute à cette maladie qu'il convient d'attribuer les mauvaises récoltes et la fréquence des flétrissements dans certaines contrées telles que les Charentes (voir rapport sommaire p. 487).

7° *Oïdium* (*Erysiphe Cichoracearum* D. C.). — La présence de cette maladie est constatée par RIOLS dans la Côte-d'Or et par DUCOMET dans le Lot-et-Garonne.

8° *Verticilliose* (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold). — Cette maladie se manifeste avec une intensité moyenne. FEYTAUD en signale le développement dans certaines cultures du Sud-Ouest.

9° *Alternaria* (*Alternaria Solani Soraner*) sévit dans les cultures du Sud-Ouest.

10° *Galle verruqueuse* (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival). — Un foyer de Galle verruqueuse est découvert à la fin août à Russ (Bas-Rhin) commune située dans la vallée de la Bruche. Les explorations effectuées en septembre sur les territoires des communes de Russ-Hersbach et de Wisches permettent d'évaluer à environ deux centiares la superficie des cultures

(1) M.-D. BLŒSIUS, La Rhizoctone violette de la Pomme de terre, de la Betterave et du Trèfle (*Journal Agricole d'Alsace et de Lorraine*, LIII, n° 42, p. 873-874, 17 octobre 1925).

(2) A. PERRET, De l'emploi du nitrate de chaux en Forez (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, n° 47, p. 115-116, 21 novembre 1925).

atteintes, lesquelles sont toutes cantonnées dans le fond de la vallée. Aucune de celles situées sur les flancs de cette dernière n'est reconnue malade. La Galle verruqueuse n'est pas rencontrée dans les communes limitrophes de Schirmeck, Barenbach, Lutzelhouse. Sur les champs contaminés existent diverses variétés de Pommes de terre, notamment la Wohltmann et l'Industrie, toutes deux très sensibles. L'enquête tendrait à établir que la maladie existe depuis trois ans et a été introduite avec un envoi de Pommes de terre importées de Hollande par un commerçant.

Vers le 20 septembre, un nouveau foyer est découvert à Grandfontaine (Bas-Rhin), commune située à 4 kilomètres de Schirmeck sur la route de Raon-l'Étape et limitrophe de la commune vosgienne de Râon-sur-Plaine.

Le 12 septembre, le préfet du Bas-Rhin prend un arrêté relatif aux mesures à prendre contre la Galle verruqueuse de la Pomme de terre.

Le *Journal d'Agriculture d'Alsace et de Lorraine* a publié une série d'articles sur la Galle verruqueuse (1).

Redoutant depuis plusieurs années, l'envahissement de notre territoire par la terrible maladie, DUCOMET et nous avions dénoncé le péril dans plusieurs articles ou publications (2) et nous avions, d'autre part, prié le Dr FREEMAN WEISS, du *Bureau of Plant Industry*, des États-Unis d'Amérique, de bien vouloir éprouver la résistance que les variétés de Pommes de terre cultivées en France, offrent à la Galle verruqueuse. Rappelons les résultats par lui obtenus :

Résistantes : Belle de Juillet (Juli), Fluke (Saint-Malo), Royale de Jersey.
Sensibles : Abondance de Montvilliers, Early rose, Eigenheimer, Express, Fin de Siècle, Géante bleue, Géante sans pareille, Industrie, Institut de Beauvais, Jaune ronde, Magnum Bonum, Richters Imperator, Royal Kidney, Saucisse, Victor, Violette d'Auvergne, Wohltmann (Rouge du Soissonnais).

LOUIS DE VILMORIN a d'autre part fait connaître dans le *Journal d'Agriculture pratique*, ce qu'ont donné les essais d.Ormskirlck sur le même sujet (3)

11° *Gale commune* (*Actynomyces* spec.). — Dans la Loire PERRET constate que cette maladie est moins développée que les années précédentes.

TABAC (*Nicotiana Tabacum*). — 1° *Tabac blanc.* — Cette maladie, qui sévit dans le Lot, est moins grave en 1925 qu'elle ne l'a été en 1924 (Voir rapport sommaire p. 487-488).

2° *Maladie du Tabac dont l'aspect rappelle celle du Wildfire.* — Dès 1924,

(1) La Galle verruqueuse de la Pomme de terre en Alsace (*Journal d'Agriculture d'Alsace et de Lorraine*, LIII, n° 37, p. 762-763, 12 septembre 1925). — La Galle verruqueuse (*Compte Rendu de l'Assemblée générale des Agriculteurs alsaciens* du 8 septembre 1925) (*Journal Agricole d'Alsace et de Lorraine*, LIII, n° 38, p. 791-794, 19 séptembre 1925). — La Galle verruqueuse de la Pomme de terre (*Journal Agricole d'Alsace et de Lorraine*, LIII, p. 871, 17 octobre 1925).

(2) V. DUCOMET, Maladie verruqueuse de la Pomme de terre (*Journal d'Agriculture pratique*, LI, n° 10, p. 196-197, 8 mars 1924). — ET. FOEX. La maladie verruqueuse de la Pomme de terre (*Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*, XXVI, p. 309-369, août 1925).

(3) H.-L. DE VILMORIN, Notes sur quelques variétés de Pommes de terre résistantes à la maladie verruqueuse (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, p. 453, 5 décembre 1925 ; p. 475, 12 décembre 1925 ; p. 496, 19 décembre 1925)

ADOLPHE BURR, conservateur du Musée Zoologique de Strasbourg, avait cru pouvoir reconnaître dans une maladie, qui était alors assez répandue en Alsace, l'existence du « Wildfire », la maladie bactérienne qui sévit aux États-Unis, en Afrique du Sud et en Macédoine. Il est vrai que sa détermination ne reposait que sur de simples observations macroscopiques.

En 1925 dès le 25 juillet 1925, ADOLPHE BURR, retrouve et observe la maladie à Kilstedt (Bas-Rhin). En avançant de Offentorf à Herrlisheim et Drusenheim, il constate une diminution progressive du mal. Celui-ci existe aussi à Gondertheim, Hœrdt, Wegesheim, centres principaux de la culture du Tabac, dans l'arrondissement de Strasbourg campagne. A Gondertheim, certains champs sont complètement envahis et la perte s'élève à 20 p. 100. Un troisième centre important se trouve dans l'arrondissement de Strasbourg campagne à Schwindratsheim et environs. Les plantations de la région de Schwindratsheim sont pour la plupart demeurées indemnes. Dans l'arrondissement de Molsheim, la maladie existe le long de la Mossig. L'arrondissement d'Erstein, qui constitue le centre principal de la culture du Tabac de l'Alsace entière, paraît être resté indemne. Au contraire, la maladie existe dans l'arrondissement de Selestat, notamment dans les cultures situées entre Sélestat et Benfeld. Un centre important s'observe dans l'arrondissement de Wissembourg (environ 70 hectares). D'après BURR, la maladie s'est surtout développée dans les champs où, par suite du mauvais temps, la végétation des plantes est irrégulière. Une étude de cette maladie est en cours à la Station centrale de Phytopathologie.

3° *Thielavia basicola* Zopf. — D'après BURR, ce champignon a fait en Alsace des ravages importants, de telle sorte que, même à l'époque des repiquages, il y a, à certains endroits (Gondertheim, Hœrdt, Wegersheim) un manque de plants, qui est assez considérable pour entraîner une sensible augmentation de prix.

HOUBLON (*Humulus lupulus*). — *Mildiou du Houblon* (*Peronoplasmopara* (= *Pseudoperonospora*) *Humuli* (Miy. et Tak.) Wils.). — Cette maladie qui n'avait jamais été signalée en France, est observée pour la première fois à Grignon (Seine-et-Oise) sur Houblons cultivés et sauvages par DUCOMET. Les explorations entreprises permettent de se rendre compte que l'aire de dispersion du champignon s'étendrait du Calvados et de la Somme à Sarrebruck et à Strasbourg. Sa présence certaine dans les houblonnières de Bourgogne et d'Alsace paraît constituer une menace pour la culture du Houblon. DUCOMET (1) étudie les caractères de la maladie, montre que le *P. Humuli* ne saurait être confondu avec le *P. Urticæ* qu'il rencontre sur *Urtica dioica* et *U. urens*, et préconise des méthodes de lutte. RIOLS suit de très près le développement de la maladie dans la Côte-d'Or.

(1) V. DUCOMET, Le Mildiou du Houblon, maladie nouvelle pour la France (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, XII, p. 248-254, juillet-septembre 1925).

Oïdium du Houblon (*Sphærotheca Humuli* (Dc.) Burr.). — Ce champignon est très développé sur les Houblons spontanés de la région de Paris et d'Alsace, il attaque les houblonnières du Bas-Rhin et celles de la Côte-d'Or ; on l'observe sur les bractées des cônes, sur lesquelles il détermine des dégâts d'une certaine gravité.

CARDÈRE A FOULON (*Dipsacus Fullonum*). — 1° *Mildiou* (*Peronospora Dipsaci* Tulasne). — Ce champignon détermine de sérieux dégâts dans les cultures de Cardère à Foulon du Vaucluse. JŒSSEL, qui en fait l'étude, estime que ce parasite réduit la récolte de moitié.

2° *Oïdium* (sans doute *Erysiphe Polygoni* D. C.). — Cet Oïdium attaque très souvent les cultures de Cardère à Foulon du Vaucluse.

Cultures potagères.

CRUCIFÈRES. — *Chou* (*Brassica*), *Chou potager* (*Brassica oleracea*), *Chou-Fleur* (*B. oleracea Botrytis*), *Navet* (*Brassica napus*). — Une pourriture bactérienne sévit sur les importantes cultures de Chou-Fleur du « Marais de Sin le Noble », près de Douai. GERAY, protesseur d'Agriculture, décrit cette maladie qui occasionnait de graves dégâts jusqu'en 1914, avait disparu à partir de ce moment et ne s'est manifestée à nouveau que ces deux dernières années (1).

MAIGE, doyen de la Faculté des Sciences de Lille et GÉRAY observent en septembre 1925, des plantations détruites dans la proportion de 20, 50 et 80 p. 100 ; quelques maraîchers même ont leur récolte complètement perdue. Certaines variétés très riches en eau : Leconte, quelques Russeling, etc., sont plus atteintes que celles dont les tissus sont moins aqueux, mais ces dernières sont peu productives et leur culture n'offre pas d'intérêt. Actuellement, MAIGE et GÉRAY s'orientent vers une sélection ou une hybridation, qui permettront d'obtenir des variétés résistantes et vers l'apport au sol de substances qui interviendraient, soit comme antiseptique, soit comme matières fertilisantes, modifiant la réaction du milieu dans un sens favorable au végétal dans son conflit avec le microorganisme qui l'attaque.

Hernie du Chou (*Plasmodiophora Brassicæ* Wor.). — En Seine-et-Oise, les cultures de Choux-Fleurs et Navets situées en terres acides (marais) sont attaquées par le *Plasmodiophora brassicæ*. Le développement que le *P. brassicæ* acquiert dans les cultures de Chou-Fleur du Morbihan paraît inquiétant.

Mildiou du Chou (*Peronospora parasitica* (Pers.) de Bary). — Cette Peronosporacée est très développée dans les cultures de Fourqueux (S.-et-O.) sur les Choux-Fleurs qui portent aussi une maladie bactérienne. Ce champignon existe aussi sur les jeunes plants de Choux de Tonneins (Lot-et-Garonne) en août 1925.

LÉGUMINEUSES. — *Fève* (*Vicia Faba*). — *Rouille Uromyces Fabæ* (Pers.)

(1) GERAY, La pourriture bactérienne du Chou-Fleur (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, n° 51, p. 501-502, 19 décembre 1925).

de Bary). — Dans le Sud-Ouest, d'après DUCOMET, et en Seine-et-Oise, d'après SIMONET, cette Rouille est abondante.

Haricot (*Phaseolus vulgaris*). — *Rouille* (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Fries). — Existe dans le Sud-Ouest, d'après GARD.

Pois (*Pisum sativum*). — *Oïdium* (*Erysiphe Polygoni* D. C.). — Indiqué comme abondant en Seine-et-Oise par SIMONET, et dans l'Orne par M. LEMÉE.

Peronospora Viciæ (Berk.) de Bary observé dans l'Orne par LEMÉE.

ROSACÉES. — *Fraisier* (*Fragaria vesca*). — *Taches blanches* (*Sphærella, Fragariæ* (Tul.) Sacc.). — Très fréquent aux environs de Paris et de Versailles où il détermine des dégâts d'une importance d'ailleurs inégale, suivant les variétés. Un rabougrissement très grave constaté sur les Fraisiers de cette région et étudié par G. ARNAUD, est peut-être une conséquence des attaques antérieures de ce parasite (Voir Rapport sommaire, p. 490).

CUCURBITACÉES. — *Concombre* (*Cucumis sativus*). — *Oïdium* très abondant en Seine-et-Oise, d'après SIMONET.

Melon (*Cucumis melo*). — La Fusariose (*Fusarium* spec.) exerce des dégâts d'une certaine importance dans les cultures de Melon du Tarn-et-Garonne et du Lot-et-Garonne.

SOLANÉES. — *Tomate* (*Solanum Lycopersicum*) et *Aubergine* (*S. Melongena*). — *Phytophtora infestans* Mont. de Bary. — En Seine-et-Oise se développe d'août à octobre une forte attaque de *Phytophtora infestans* sur Tomate. Feuilles et rameaux sont plus rarement et moins fortement attaqués que les fruits. Ces derniers seuls sont envahis à Grignon, d'après DUCOMET. En octobre, le champignon continue à se développer dans les fruits à l'intérieur desquels il végète activement. Le *Phytophtora infestans* est signalé par SIMONET dans les cultures d'Aubergines de Seine-et-Oise. Seuls les fruits sont attaqués (v. rapports sommaires p. 493).

Ascochyta (*Aschoyta hortorum* (Speg.) Smith = *A. Lycopersici* Brun?). — Comme en 1924, les cultures de Tomates de Seine-et-Oise sont attaquées par l'*Ascochyta hortorum*. Le champignon se rencontre, non seulement sur les feuilles, mais aussi, peut-être même surtout, sur les tiges. Expérimentalement DUCOMET démontre que l'infection débute souvent au contact d'un tutteur qui a, l'année précédente, été employé dans les cultures de Tomates. L'*Ascochyta hortorum* attaque les cultures de Tomates de Bretagne (v. p. 494).

Phoma (*Phoma destructiva* Plowr.). — En Seine-et-Oise, ce champignon est, dès le mois d'août, abondant sur les fruits de Tomate sur lesquels il est observé par SIMONET.

Septoria (*Septoria Lycopersici* Speg.). — Ce champignon est signalé par M. SIMONET en Seine-et-Oise et par DUCOMET dans le Lot-et-Garonne.

COMPOSÉES. — *Salsifis* (*Trogopogon pratensis*). — La Rouille blanche des Composées (*Cystopus Tragopogonis* (Pers.) Schroter) est abondante aux environs de Chevreuse (Seine-et-Oise), d'après G. ARNAUD.

Artichaut (*Cynara Scolymus*). — *Meunier* (*Bremia Lactucæ* Regel). —Faible attaque en Seine-et-Oise. Nous est adressé de l'Orne.

Laitue (*Lactuca saliva*). — Pourriture des Laitues (*Sclerotinia Libertiana* Fuckel). Favorisé par un temps chaud et humide, ce champignon se développe avec intensité dans les Laitues des Pyrénées-Orientales.

OMBELLIFÈRES. — *Carotte* (*Daucus carota*). — *Sclerotinia Libertiana* Fuckel est assez abondant en Seine-et-Oise, d'après SIMONET.

Céleri (*Apium graveolens*). — *Septoria Apii* Chester fournit une très forte attaque en Seine-et-Oise, d'après SIMONET.

CHÉNOPODIACÉES. — *Epinard* (*Spinacia oleracea*). — Maladie déjà signalée antérieurement, et rapportée avec doute à la Mosaïque, qui a été étudiée en Amérique, la maladie des Épinards continue à sévir en Seine-et-Oise ainsi que dans d'autres parties de la France, notamment à Montbrison (Loire).

Peronospora Spinaciæ Laubert est observé par G. ARNAUD aux environs de Paris.

Uromyces Acetosæ Schroter est très répandu en France.

MONOCOTYLÉDONES. — *Poireau* (*Allium porrum*) et *Ciboulette* (*Allium Schœnoprasum*). — *Puccinia Porri* (Sow.) Wint. détermine des dégâts sur Poireau aux environs d'Alençon où LEMÉE l'observe et est fréquent sur Ciboulette dans la région de Paris.

Oignon (*Allium cepa*). — Mildiou (*Peronospora Schleideni* Unger). — Abondant en juin-juillet sur les porte-graines, en août-septembre sur les bulbes des cultures de Seine-et-Oise, d'après SIMONET.

Vermicularia circinans Berk. est assez fréquent sur les Oignons de Seine-et-Oise.

Asperge (*Asparagus officinalis*). — Rhizoctone (*Rhizoctonia violacea* Tul.) nous est adressé de la Côte-d'Or et des Pyrénées-Orientales. Ce champignon est signalé dans la vallée d'Envigne (Vienne).

Cultures fruitières.

A. ARBRES A PÉPINS (*Rosacées*, *Pomées*).

1° *Tavelures* (*Fusicladium dentricum* (Wallr.) Fuck. et *F. pirinum* (Lib.) Fuck.). — Ces deux tavelures sont assez développées dans la région parisienne et dans le reste de la France, notamment dans l'Orne, où, d'après LEMÉE, l'attaque est assez intense. Il en est de même dans la région de Bordeaux (v. p. 488).

2° *Cloque* (*Taphrina bullata*) (BERK et BR. Tul.) est assez rare aux environs de Paris.

3° *Chancre* (*Nectria ditissima* Tul.). — Abondant aux environs de Paris sur les vieux Pommiers non taillés.

4° *Monilia* (*Stromatinia fructigena* (Pers.) Ritz. Bos.). — G. ARNAUD estime qu'à Versailles, l'attaque est moins accentuée en 1925 qu'elle ne l'était en 1924. Mais dans d'autres localités de Seine-et-Oise SIMONET constate une forte attaque de *Monilia fructigena* sur Pommes et Poires. En Picardie, GUYOT observe en septembre dans la Somme de fortes attaques de *Monilia* sur Poires.

Stromatinia Cydoniæ Schell. sur Cognassier (*Cydonia vulgaris*) sévit à Menton, d'où il nous est adressé par POUTIERS.

5° *Blanc du Pommier* (*Podosphaera leucotricha*) (Ell. et Ev.) Salmon. — Dans le jardin de la Station de Pathologie végétale, des Pommiers, qui sont atteints chaque année, présentent, dès le 9 mai, des groupes de feuilles, issues d'un petit nombre de bourgeons, et qui sont revêtues du feutrage du champignon. La maladie reste localisée sur certaines pousses. Les contaminations d'été paraissent donc être rares. Avant la fin juin, les feuilles attaquées sont grillées et le champignon cesse de végéter.

6° *Blanc du Cognassier* (*Podosphæra Oxyacanthæ* (D. C.) de Bary). — G. ARNAUD constate son abondance à Versailles et nous observons sa fréquence dans le Midi. Il nous est adressé de Menton par POUTIERS.

7° *Taches blanches des feuilles de Poiriers* (*Sphærella sentina* Fuckel). — G. ARNAUD constate que ce parasite est très fréquent à Châtillon-sous-Bagneux (Seine), mais qu'il y est peu redoutable.

8° *Moisissure rose* (*Trichothecium roseum* Link.). — SIMONET signale la fréquence de ce champignon sur les Poires (surtout la variété Passe-Crassane) et les Pommes qui ont été atteintes par la Tavelure.

9° *Rouille grillagée du Poirier* (*Gymnosporangium Sabinæ* (Dick.) West sous sa forme *Rœstelia cancellata* Rebent.). — G. ARNAUD constate la persistance de la maladie en un point de la Seine. Le fait n'a d'ailleurs aucune importance pratique. SIMONET indique l'existence du *R. cancellata* en Seine-et-Oise. Ainsi qu'on le verra à propos du *Juniperus Sabina* la destruction de cet arbuste permet à LEMÉE de faire disparaître la Rouille grillagée de certaines stations de l'Orne où elle déterminait des ravages.

B. — ARBRES A NOYAUX *(Rosacées amydalées)*.

1° *Cloque du Pêcher* (*Exoascus deformans* (Berk.) Fuckel). — Le Pêcher (*Persica vulgaris*) subit une attaque d'importance moyenne (mai à juillet) à Chevreuse et à Versailles. Dans la Vallée du Rhône, tous ceux des arbres qui n'ont pas été préservés par les traitements d'hiver, sont gravement atteints.

D'après FEYTAUD, dans toute la région de Bordeaux, les Pêchers souffrent beaucoup de la cloque (*Exoascus deformans*).

2° *Cloque du Prunier* (*Exoascus Pruni* Sadebeck). — Des attaques de ce

parasite, sont d'après FEYTAUD très sérieuses dans le Lot-et-Garonne et en particulier dans le Castillonnais.

3° *Monilia* (*Sclerotinia cinerea* Bon.) est abondant sur les Prunes (*Prunus domestica*) de la région parisienne et fournit une sérieuse attaque sur les fleurs d'Abricotier (*Armeniaca vulgaris*) de la vallée du Rhône (v. rapport sommaire p. 489).

4° *Blanc du Pêcher* (*Sphærotheca pannosa* (Wallr.) Lev.). — Attaque les Pêchers en espalier à Versailles.

5° *Gnominia erythrostoma* (Pers.) Auersw. est très répandu en France sur Cerisier (*Prunus cerasus*), il est notamment observé en septembre à Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne) par M[lle] GAUDINEAU.

6° *Coryneum* (*Clasterosporium carpophilum* (Lev.) ADEROLD). — G. ARNAUD estime que dans la région parisienne ce parasite est répandu sur les arbres fruitiers à noyau, mais qu'il y est peu grave. Au contraire, dans le Midi, il se comporte comme un parasite redoutable de ces plantes et d'assez graves invasions de ce champignon sont constatées par FEYTAUD dans le Médoc et les environs de la Réole (Gironde).

7° *Polystigma rubrum* (Pers.) D. C. observé à Sarreguemines (Moselle) en juillet 1925 sur Prunier (*Prunus domestica*).

8° *Rouille des arbres à noyaux* (*Puccinia Pruni-spinosæ* (Pers.) continue à déterminer des dégâts dans les plantations de Prunier de la région d'Agen (Lot-et-Garonne) et dans celles d'autres parties du Sud-Ouest. La fréquence d'écidies d'*Æcidium punctatum* sur les pieds d'*Anemone coronaria*, eux-mêmes répandus dans cette contrée, contribue à assurer l'infection.

9° *Pourridié* (*Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl.) abondant à Montreuil où un cas est observé sur Pêcher (*Persica vulgaris*).

FRAMBOISIER (*Rubus Idaeus*)

Rouille du Framboisier (*Phragmidium Rubi-Idaei* (D. C.) Karst. — Maladie fréquente dans la région de Mareil-Marly (Seine-et-Oise).

GROSEILLIERS (*Ribes*)

1° *Oïdium brun du Groseillier* (*Sphærotheca Mors-Uvæ* (Schw.) Berk. et Curt.) se répand de plus en plus sur les Groseilliers à Maquereaux (*Ribes Uva-Crispa*). Il apparaît dans le jardin de la Station de Pathologie végétale, existe à Grignon, nous est adressé de Seine-et-Marne, et nous est signalé dans la Creuse où SELARIES le trouve à Crocq.

2° *Oïdium blanc du Groseillier* (*Microsphæra grossulariae* (Wallr.) Lév.). — G. ARNAUD l'observe sur pieds de Groseilliers à Maquereaux situés à l'ombre à Chevreuse (Seine-et-Oise).

3° *Anthracnose du Groseillier* (*Pseudopeziza Ribis* Klebahn) est fréquente aux environs de Paris.

4° *Polypores du Groseillier* (*Polyporus* (*xanthochrous*) *Ribis* Pers.) se développe dans le jardin de la Station et dans diverses localités de Seine-et-Oise.

Noyer

Dépérissements. — Gard et Marre constatent que les dépérissements du Noyer qui sévissent dans la région de Villefranche-de-Rouergue (Aveyron), se présentent sous deux formes : 1° *Pourridié* (*Armillariella mellea* Pat.) ; 2° *Noirçissement* (affection physiologique résultant d'une absence de soins, d'un déficit en matières nutritives, etc.) (1).

Pour lutter contre le Pourridié, Gard préconise : 1° le déchaussage ; 2° le nettoyage ; 3° la cautérisation ; 4° une alimentation raisonnée (2, 3).

Vigne.

I. — Accidents météorologiques. — Maladies physiologiques et maladies à cause inconnue.

1° *Végétation.* — Dès la fin de janvier 1925, les yeux de la Vigne se gonflent et s'allongent dans certaines localités de la plaine viticole méridionale. A cette époque, un propriétaire du Gard signale à Ravaz qu'un cep, au voisinage d'un tas de gadoue, qui fournit non seulement un abri, mais encore une couche en fermentation, qui chauffe son entourage, a déjà constitué une pousse verte de 4 centimètres et d'autres yeux longs d'un centimètre (4). Cependant, ces cas de départ prématuré de la végétation ne sont certainement qu'exceptionnels et ne sont pas suivis d'une poussée active. En effet, lorsqu'en mars une vague de froid vient s'abattre sur le Midi (— 5°), la Vigne n'a point encore acquis une végétation assez avancée pour souffrir de ce temps rigoureux (5). Quoi qu'il en soit, à partir de ce moment se manifeste un grand retard, pendant la même période. Les pluies tombées du 20 septembre 1924 au 20 mars 1925 sont plus abondantes et plus nombreuses qu'elles ne le sont en 1924, et créent, par suite, des conditions plus favorables à la croissance de tous les végétaux, mais aussi au développement des maladies cryptogamiques : Mildiou, Anthracnose vraie, Black-rot, etc.

(1) E. Marre, Les maladies du Noyer dans l'Aveyron (*Le Cultivateur du Sud-Centre*, XX, n° 439, p. 350-351, 2 août 1925).

(2) E. Marre, Le Pourridié du Noyer. Principe du traitement (*Le Cultivateur du Sud-Centre*, XX, n° 430, p. 132-133, 15 mars 1925 ; n° 431, p. 159-160, 5 avril 1925).

(3) M. Gard, Le Pourridié du Noyer. Principe du traitement curatif (*Revue de Viticulture*, LXIII, n° 1043, p. 417-420, 24 décembre 1925).

(4) L. Ravaz, Chronique. La Vigne pousse (*Progrès Agricole*, LXXXIII, n° 5, p. 104-105, 1er février 1925).

(5) L. Ravaz, Chronique. Le Temps (*Progrès Agricole*, LXXXIII, p. 269-270, 22 mars 1925).

A Bel-Air, près Montpellier, CHAPTAL note : Pleurs : Aramon, 10 mars Carignan 16 ; — début de débourrement de l'Aramon : 15 mars ; — débourrement bien marqué le 13 avril seulement, après période où la végétation est presque arrêtée ; — allongement et feuillaison de l'Aramon à partir du milieu d'avril. RAVAZ attribue ce retard à deux causes : 1° absence de froids en hiver ; 2° basses températures de printemps. Les grandes variations thermiques du printemps déterminent une sortie irrégulière des raisins, le développement de rameaux grêles, de petites feuilles déjà ratatinées. Les vignes qui ont eu les feuilles roussies à l'automne 1924 ne poussent que faiblement ; leur relèvement tend à être assuré par des engrais complets ou potassiques (1). A Bel-Air, on note, du 4 au 18 juin la floraison de Aramon, Alicante-Bouschet, Carignan.

Durant l'été, règne dans le Sud-Est une sécheresse persistante. La hauteur d'eau recueillie durant l'année viticole n'est que les deux tiers environ de la moyenne. Les dégâts auraient été plus importants encore si la forte humidité de quelques matinées de la deuxième quinzaine de septembre n'avait pas favorisé le gonflement des raisins qui étaient encore sur les souches (1). A la Station de Bel-Air, on note la maturité de l'Alicante Bouschet, Petit Bouschet, Grand Noir, le 10 septembre, celle de l'Aramon, le Carignan, le Cuisart, Aramon gris, le 4. La vendange a quinze jours de retard.

Dans la Gironde, des observations faites par BOURDEL, directeur du Centre des Recherches agronomiques de Villenave-d'Ornon, résultent les faits suivants : grâce aux basses températures atmosphériques de mars, le sol reste froid en avril, car il n'est que faiblement réchauffé par l'insolation qui règne durant ce mois. Aussi la Vigne ne débourre-t-elle que le 25 avril, avec quinze jours de retard sur l'année précédente. Sa poussée végétative reste inférieure à celle de 1924 pendant les mois de mai, juin et juillet où elle végète cependant vigoureusement jusqu'au 21, époque où elle subit une grêle. L'activité végétative assez puissante pendant la première quinzaine d'août, fléchit à la fin de ce mois et est réduite en septembre, qui, par sa température exceptionnellement basse, retarde la maturation, si bien que les vendanges ne commencent que du 5 au 10 octobre, c'est-à-dire avec un retard de quinze jours environ. Les conditions qui règnent en Dordogne et Charentes sont analogues à celles signalées en Gironde.

Les vignobles de la vallée de la Loire (Orléanais, Touraine, Loire-Inférieure) subissent aussi du fait des basses températures, qui règnent au premier printemps un retard que ne compense pas la puissante poussée de mai ; de plus ils souffrent du fait des intempéries de l'été. L'humidité qui, durant l'été, règne en Champagne et en Moselle, nuit à la végétation de la Vigne aussi bien qu'à la récolte. En haute Bourgogne, la vendange est retardée du fait des basses températures, qui succèdent à plusieurs orages. En Bourgogne, la Vigne est

(1) L. RAVAZ, *Progrès Agricole*, LXXXIII, p. 581-582, 21 juin 1925.

favorisée par le soleil qui luit souvent. Dans le Beaujolais, des temps orageux et chauds réduisent la récolte (1).

2° *Coulure et improductivité.* — La végétation excessive que la Vigne manifeste, par endroits, dans le Midi, amène des phénomènes de coulure que RAVAZ décrits (2).

Dans la Vienne, la floraison s'échelonne sur une longue période, par suite des nuits froides de la seconde quinzaine de juin, d'où beaucoup de coulure directe dans la Folle blanche elle-même. En Dordogne, la coulure détermine une diminution sensible de la récolte.

En parcourant les Vignes, à la veille des vendanges, E. SICK (3), assistant à la Station Agronomique de Colmar, constate que même dans les parcelles de races authentiquement pures, certains pieds ont peu de raisins, d'aucuns n'en portent même point du tout. Il s'agit d'une infécondité qui se manifeste chaque année et qui correspond à une déviation végétative.

3° *Etat de santé de la Vigne et couleur du feuillage.* — RAVAZ et VERGE étudient l'influence des éléments fertilisants sur la santé de la Vigne, laquelle leur est, en quelque mesure, révélée par la couleur de son feuillage. Les conclusions de ces auteurs sont les suivantes : l'intensité de la couleur verte du feuillage jusqu'au moment de l'arrêt de la croissance, est liée aux valeurs du rapport $\frac{\text{azote}}{\text{eau}}$ du sol comprises entre les limites qui assurent le développement de la plante. Après l'arrêt de croissance, c'est la teneur en potasse, ou plutôt du rapport $\frac{\text{potasse}}{\text{chaux}}$ du sol que dépend la couleur verte du feuillage, c'est-à-dire de la santé de la Vigne.

4° *Brunissure.* — D'après G. ARNAUD, la Brunissure est très fréquente dans le Nord-Est du Gard, en rapport avec de fortes productions qui n'ont pas encore cependant amené un affaiblissement des souches en général bien soignées et fumées.

5° *Grillage.* — De nombreux vignobles du Midi auraient, d'après CHAPTAL, été atteints de Grillage le 16 août, journée la plus chaude de la période de sécheresse qui règne alors. En Gironde, d'après BOURDEL, les journées chaudes du 14 au 16 août coïncident avec une forte insolation causant quelque peu de Grillage.

Des accidents, correspondant à ce qu'on nomme le Grillage, sont signalés dans le vignoble du Gard à la fin août.

6° *Chlorose.* — L. DEGRULLY, donne les conseils relatifs à la lutte contre la chlorose par l'emploi du procédé RASSIGUIER (4). TH. SKAWINSKI

(1) La plupart des renseignements précédents sont tirés de la *Revue de Viticulture* et du *Progrès Agricole.*

(2) L. RAVAZ, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 3-4, 5 juillet 1925).

(3) E. SICK, Sélection de la Vigne et son rôle dans la reconstitution (*Journal Agricole d'Alsace et de Lorraine*, LIV, p. 21-22, Strasbourg, 9 janvier 1925).

(4) L. DEGRULLY, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 346-347, 11 octobre 1925)

signale que dans la région de Bordeaux, pour les jeunes Vignes il ne faut pas dépasser 20 kilogrammes de sulfate de fer et pour les vieilles 25 kilogrammes par 100 litres (1).

La Chlorose est signalée dans le Var et dans la Marne.

7° *Rougeau et flavescence.* — Répondant à un de ses correspondants de Yougoslavie, L. Ravaz indique les conditions favorables à l'apparition du Rougeau et de la Flavescence. En 1925, dans le Midi, où l'été et l'automne sont secs, il y a très peu de Rougeau normal, si on peut dire, et même pathologique. Des vignobles, qui, les années précédentes, se teintaient merveilleusement d'un beau rouge, sont passés tout doucement, du vert à la teinte dorée d'automne.

8° *Folletage.* — Dans le Nord-Est du Gard, G. Arnaud constate d'assez nombreux cas de Folletage dans les vieilles vignes.

9° *Dépérissements d'hybrides.* — Beaucoup d'hybrides intéressants pour leur fertilité et leur résistance aux maladies cryptogamiques, ne peuvent être cultivés comme producteurs directs dans certains sols, soit parce qu'ils résistent insuffisamment au Phylloxera, soit parce qu'ils ne supportent pas le calcaire et se chlorosent. Il convient donc, si l'on veut utiliser ces hybrides, de les greffer sur des porte-greffes ayant fait leurs preuves à ces deux points de vue. On espérait au début de leur emploi qu'en leur qualité de descendants de cépages américains, ils auraient pour les porte-greffes usuels une affinité plus grande que les Vignes européennes. Il n'en a pas été ainsi pour plusieurs d'entre eux qui, greffés, se sont mal comportés. Louis Rives, à qui nous empruntons cet exposé, s'est livré à d'importantes recherches sur la cause de ces dépérissements (2).

II. — Maladies cryptogamiques.

1° *Oïdium* (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.). — Dans le Midi viticole; c'est dans les premiers jours de mai qu'apparaît l'Oïdium, lequel est noté le 29 mai à Cadillac (Gironde). En juin, l'Oïdium existe dans les départements suivants : Landes, Loiret, Puy-de-Dôme. Sarthe, Haut et Bas-Rhin, Seine-et-Marne, où il apparaît par temps frais, pluvieux (conditions défavorables à l'efficacité du traitement). Dans la Gironde, l'Oïdium se montre particulièrement nocif en juillet, si bien qu'on doit traiter au permanganate de potasse ou répéter les soufrages que le mauvais temps contrarie. L'activité de l'Oïdium se maintient tout l'été et jusqu'en automne. Il est signalé en septembre dans nombre de départements (Meurthe-et Moselle, Sarthe, Loir-et-Cher, Yonne, Côte-d'Or, Ain, Isère, Tarn, Corrèze, etc.).

(1) L. Degrully, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 303, 25 octobre 1925).
(2) L. Rives, Recherches sur les dépérissements de certains hybrides greffés (*Revue de Viticulture*, LXII, p. 221-227, 19 mars 1925 ; p. 241-243, 26 mars 1925 ; p. 266-269, 2 avril 1925).

D'après Ducomet, dans le Lot-et-Garonne, l'Oïdium est très actif. Arnaud estime, au contraire, qu'il est peu développé dans la région de Paris. Cependant, si on considère, d'une manière générale, l'ensemble du vignoble français, on peut dire que l'Oïdium y est plus répandu que d'ordinaire. Quelle est la raison de ce fait? Dans les régions septentrionales, aussi bien que dans le Centre, on pourrait supposer qu'il résulte, d'une part, de ce que les soufrages ont été insuffisamment copieux, et d'autre part, de ce que le froid et la faible luminosité n'ont pas permis au soufre répandu d'agir. Mais cette explication des faits ne saurait être invoquée pour le Midi, où on répand du soufre en abondance et où les conditions météorologiques sont très favorables à l'action de ce fungicide. On est donc amené à admettre que l'Oïdium a, en 1925, une activité particulière. L'importance des dégâts déterminés par l'Oïdium est signalée dans les vignobles méridionaux, dans ceux du Sud-Ouest, dans le Bordelais, les Charentes, la vallée de la Loire, la région parisienne, la Champagne, la Bourgogne, le Beaujolais, la vallée du Rhône.

Étant donné le grand développement acquis par l'Oïdium en 1925, plusieurs des correspondants de Ravaz lui demandent s'il ne serait pas possible de lutter à l'aide d'un traitement d'hiver. Ravaz rappelle que l'*Uncinula necator* hiverne sous deux états: 1° sous forme de périthèces situés sur feuilles et rameaux ; 2° à l'état mycélien sous les yeux latents de l'année. Seuls les périthèces peuvent être détruits par des traitements d'hiver, tels que ceux qu'on applique contre l'Anthracnose : sulfate de fer, 35 kg. ; acide sulfurique 3 kg. ; eau, 100 litres. Mais l'expérience a montré qu'un badigeonnage avec cette solution ne préserve généralement pas une Vigne de l'attaque de l'*Uncinula necator*, dont le mycélium reste localisé dans le bourgeon (1). On verra (p. 415-416) ce qui concerne les anticryptogamiques proposés pour lutter contre l'Oïdium.

2° *Mildiou* (*Plasmopara viticola* (Berkeley et Curtis) Berlese et de Toni). — Chaptal et Rivier estiment que l'insuffisance des précipitations atmosphériques jointes à un abaissement de la température au-dessous de la normale empêche, durant avril, toute apparition de Mildiou (1). D'après L. Ravaz, dans le Midi, la première contamination, venue des germes du sol, débute le 4 mai et se continue avec les pluies générales du 5 au 6, qui fournissent, suivant les localités, 11, 15, 18, 20 millimètres d'eau. La première invasion prévue pour le 13 pour la Station d'Avertissements agricoles de Bel-Air, près Montpellier, se montre d'une part le 11 et d'autre part le 14, donc sept jours après les pluies de contamination (2). Les pluies sont particulièrement abondantes dans le Nord de l'Hérault, la région des coteaux du Gard. Aussi les premières invasions y sont-elles violentes, favorisées par l'avance de la végétation qui offre une surface

(1) L. Ravaz, Chronique. Traitement d'hiver de l'Oïdium (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 509-510, 29 novembre 1925).
(2) L. Ravaz, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIII, p. 581-586, 21 juin 1925).

considérable aux atteintes des germes, et par une température élevée due à la couleur rouge et aux cailloux de la surface. Les attaques précoces frappent plus les coteaux que la plaine ; pour les tardives, c'est l'inverse. Les pluies des 8 et 9 mai assurent la continuation de la première attaque venue du sol. Mais à partir du 14 et du 18, les taches avec efflorescences, deviennent nombreuses. Du 15 au 18, un vent très humide, qui souffle du sud, transporte les sporanges à d'assez grandes distances, si bien que la pluie du 19 provoque une nouvelle attaque, même dans les vignes restées jusqu'alors indemnes et dont les taches prévues pour le 26 apparaissent bien ce jour-là. Il y a donc, pendant une période assez courte, superposition d'attaques rapprochées dues aux germes des taches apparues le 14. Des avis de traitements cupriques sont lancés par la Station d'Avertissements agricoles de Bel-Air pour l'ensemble de la région, les 6, 22, et 29 mai. En outre, le 9 un quatrième traitement est conseillé pour la région de Montpellier touchée le 6 par un orage.

Le 6 juin, une petite pluie de $1^{mm},9$ à Montpellier met en route une nouvelle invasion qui apparaît le 13. Les grappes sont parfois aussi atteintes que les feuilles, parfois plus attaquées que ces dernières et subissent une invasion que Chaptal et Rivier considèrent comme une conséquence des fortes pluies tombées fin mai. La pluie, du reste très localisée, tombée le 13 juin, fait apparaître le 21, une nouvelle invasion dans les régions de l'Hérault, du Gard, etc., où le Mildiou est déjà répandu (1). Elle frappe surtout les nouvelles feuilles formées avant le 13 et restées sans cuivre. Les grappes malades antérieurement continuent à se dessécher. L'attaque du 13-20 juin n'endommage guère de nouvelles grappes.

Des pluies tombées les 2 et 3 juillet déclanchent une nouvelle invasion qui apparaît le 10 juillet sous forme de taches particulièrement abondantes sur les jeunes feuilles. Le Rot brun ou Mildiou de la grappe se manifeste à cette époque. Les taches apparues sur les jeunes feuilles étant stériles, un dépamprage destiné à éliminer ces dernières est conseillé. Une pluie survenue le 4 août fournit des précipitations suffisantes pour provoquer une nouvelle poussée de Mildiou. Mais l'arrêt à peu près complet de la végétation, d'une part, la lignification progressive des différentes ramifications de la grappe et l'approche de la véraison d'autre part, diminuent les risques de nouvelles invasions sérieuses. L'immunité de la grappe n'étant néanmoins jamais complète, les poudrages sont conseillés par Chaptal et Rivier.

La Station d'Avertissements agricoles de Villenave-d'Ornon (Gironde) conseille les 9 et 20 mai d'effectuer des sulfatages, elle note du 4 au 8 juillet l'apparition de quelques taches de Mildiou.

Telles sont les observations qui sont effectuées par les Stations d'Aver

(1) L. Ravaz, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 4-5, 5 juillet 1925).

tissements de Montpellier et de Bordeaux. D'autre part, des rapports des directeurs des Services agricoles aussi bien que de ce que publie la Presse Agricole, on peut dégager les faits suivants :

En juin, grâce aux pluies fréquentes, le Mildiou est plus développé dans l'Hérault, le Gard, où feuilles et grappes sont attaquées, qu'il ne l'est en année normale. Le *Plasmopara viticola* sévit aussi dans les Pyrénées-Orientales, les Bouches-du-Rhône, le Var. Dans certaines parties de ces départements, les périodes de sécheresse qui se manifestent en juin, entravent le développement de la maladie. Dans la Drôme, en juin, le Mildiou envahit, non seulement la Vigne française, mais même l'Herbemont. Dans le Tarn, la Nièvre, le Mildiou est observé dès la première semaine de juin, alors que dans l'Allier, il apparaît le 10 juin, et dans le Puy-de-Dôme le 20. Dès le mois de juin, les attaques de Mildiou sont assez sérieuses dans la Haute-Loire, le Loiret, l'Indre, la Charente-Inférieure, la Vendée, où il s'étend dans ceux des vignobles qui ont été sulfatés tardivement. Sont également envahis dès le mois de juin : Haute-Saône, Bas-Rhin, Meurthe-et-Moselle, où la première attaque succède à la pluie du 12 juin, Haute-Marne, où les premières taches sont observées le 8 juin, la Marne, où l'attaque débute fin juin, la Seine-et-Marne, où les premières manifestations de la maladie datent de cette époque. A. Cadoret, directeur des Services agricoles de la Savoie, signale au début de juillet une invasion générale de Mildiou dans son champ d'expérience de Mérande. Seule la bouillie basique bleue à 3 p. 100 de sulfate de cuivre et 5 p. 100 de chaux assure une protection d'une efficacité absolue.

En juillet, des pluies générales tombent dans toutes les régions viticoles, aussi le Mildiou se généralise-t-il. Seule la partie sud du Languedoc est peu atteinte. Mais, si partant de Montpellier, où une grave invasion apparaît sur les feuilles le 11 juillet et sur les grappes le 13 de ce mois, on remonte vers le nord, on constate que les dommages deviennent importants (1). M. Bourdel estime que le Mildiou est extrêmement favorisé par les conditions météorologiques, qui règnent en juillet dans le Sud-Ouest, où cette maladie est très répandue. Cependant, les vignobles suffisamment et opportunément traités, ne présentent généralement que quelques taches sur le feuillage des extrémités des sarments et sur les rejets. Le Centre, l'Orléanais, l'Est sont très atteints.

En août et septembre on constate ce qui suit :

Des invasions tardives de Mildiou s'observent dans la Meurthe-et-Moselle, la Haute-Marne, les Vosges, l'Yonne, la Sarthe, où les dégâts sont grands partout où les traitements ont été négligés et où *Gamay*, *Gros Lot*, *Gros noir*, sont les plus atteints, alors que les *Pineau d'Aunis* et les *Piblanc* sont également attaqués ; le Loiret, les Deux-Sèvres, la Vendée, l'Indre-et-Loir, le Loir-et-

(1) L. Ravaz, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 53-60, 19 juillet 1925).

Cher, le Cantal, le Tarn, la Lozère, les Pyrénées-Orientales. Cette invasion tardive se traduit soit sur les Raisins (Rot brun), soit sur les feuilles. Les aoûtements des Vignes, ayant subi des atteintes d'automne de *Plasmopara viticola*, s'effectuent mal. Le fait est signalé dans le Midi aussi bien que dans beaucoup d'autres régions. Dans l'Hérault, quelques chutes de grêles localisées, qui ont lieu en juillet, provoquent, sur les points atteints, des attaques de Mildiou assez sérieuses, qui se déclarent en août et septembre. Durant ce dernier mois, beaucoup de feuilles portent des taches en Mosaïque, caractéristiques de la forme automnale de la maladie. G. ARNAUD constate en septembre, dans le nord-est du Gard, que de fortes attaques de Mildiou ont lieu sur les feuilles ; les jeunes greffes sont gravement atteintes à la suite de ces attaques presque continues, mais les Vignes adultes, convenablement traitées, ne sont pas sensiblement affaiblies, malgré d'assez nombreuses taches sur les feuilles. Dans le Nord-Est du Gard, la récolte est un peu supérieure à la normale. Dans le Sud-Ouest, où le Rot brun est fréquent, les dégâts sont assez graves dans certaines stations et dans certains vignobles insuffisamment traités pour atteindre la moitié de la récolte. Dans la Dordogne, les Charentes, la Vienne, la Loire-Inférieure, la Touraine, Seine-et-Marne, la Champagne, les Hautes-Alpes, les attaques dues au *Plasmopara viticola* sont sérieuses. Il en est de même en Bourgogne et dans le Beaujolais où on arrive du reste à lutter efficacement par de nombreux sulfatages (1).

G. ARNAUD constate que le Mildiou fournit, aux environs de Paris, une forte et grave attaque, grâce à des pluies presque journalières. Dans le jardin de la Station de Pathologie végétale, il débute en juin et son développement ne cesse qu'au moment des gelées de novembre. On verra (p. 492) ses travaux relatifs à la lutte contre la *Plasmopara viticola*.

3° *Black-rot* (*Guignardia Bidwelli* (Ellis) Viala et Ravaz). — A Villenave d'Ornon, BOURDEL note du 4 au 8 juin, l'apparition de quelques taches de Black-Rot, portant sur les feuilles 3 à 6. Ces invasions résultant d'une contamination qui a dû s'effectuer le 26 mai, sont en général peu importantes. Une seconde attaque, notée le 15, sur les feuilles 8 à 10, ne donne que quelques taches sur les ceps non sulfatés en observation. En Gironde et dans une partie du Sud-Ouest, le Black-rot, qui semblait avoir à peu près disparu, fait un retour offensif. Son développement est d'ailleurs favorisé par les conditions météorologiques de juillet. Cette maladie est signalée en Charente-Inférieure, dans le Nord du Lot-et-Garonne par DUCOMET, à Castelnaudary (Aude) sur les Carignan, et dans le vignoble des Hautes-Alpes. Dans l'Yonne, on constate des poussées de Black-rot depuis juillet.

4° *Excoriose* (*Phoma flaccida* Viala). — L. RAVAZ et G. VERGE décrivent

(1) L. RAVAZ, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 271, 20 septembre 1925).

sous le nom d'Excoriose, une maladie de la Vigne, qu'ils attribuent au *Phoma flaccida* (1).

Au cours de la campagne 1925, la maladie de l'Excoriose est signalée à L. Ravaz par des correspondants du Maroc et de l'Aude, qui constatent que les grappes se flétrissent et se dessèchent sous l'action de la maladie qui détermine des taches noires sur le pédoncule ou sur la rafle (2).

5° *Pourriture Grise* (*Sclerotinia Fuckeliana* de Bary, *Botrytis cinerea* Pers.). — Les temps froids et humides qui règnent à l'arrière saison, favorisent le développement de la Pourriture grise dans plusieurs vignobles. On la signale notamment en Moselle, Champagne, Loiret, Sarthe, Charente-Inférieure, Vendée, Deux-Sèvres, Allier. D'après G. Arnaud, dans le Nord-Est du Gard, la Pourriture grise menace la récolte à la fin de septembre (à cette époque la maturation est en retard et le temps pluvieux). Mais ensuite, les conditions atmosphériques s'améliorent, la Pourriture grise ne sévit plus que sur la vendange attaquée par la Cochylis et l'Eudémis, dont elle accentue les dégâts.

6° *Anthracnose* (*Glœosporium ampelophagum* (de Bary) Saccardo). Des attaques d'Anthracnose sont signalées en Vendée. En Gironde, Th. Skawinski badigeonne en hiver les bois de taille de l'Aramon pour combattre l'Anthracnose, avec des doses de 40 à 50 kilogrammes de sulfate de fer par 100 litres. Il n'opère que dix à quinze jours après la taille afin de donner à la vigne le temps de sécher et d'éviter une trop grande pénétration de la solution dans le bois (3).

7° *Apoplexie* (*Phellinus igniarius* (Fr.) Patouillard, *Stereum hirsutum* (Willd.) Fries.). — Bourdel, directeur du Centre Agronomique de Bordeaux, donne en janvier et février 1925 des conseils relativement au traitement de l'Apoplexie par l'arséniate de soude.

Arbres forestiers et d'alignement.

Chêne (*Quercus*. — L'*Oïdium Microsphæra quercina* (Schw.) Burr. fournit en 1925, une attaque sur laquelle nous n'avons rien de particulier à dire. Son intensité est toujours particulièrement grande dans l'Ouest et sur certaines essences. Le *Q. Tozza* est la plus atteinte. Aux environs de Bordeaux, l'Oïdium du Chêne est moins abondant en 1925 qu'il n'a été en 1924. Feytaud estime que son apparition est de plus en plus tardive. A Ussy (Calvados), Ducomet constate l'existence de la maladie sur *Quercus rubra*.

Chataignier (*Castanea vesca* et autres espèces de *Castanea*). — La *Maladie de l'Encre* étend ses ravages de façon continue, par extension des foyers de maladies préexistants, et de façon discontinue, par création de nouveaux foyers.

(1) L. Ravaz et G. Verge, Sur une maladie de la Vigne, l'Excoriose (*C. R.*, CLXXX, p. 313, 26 janvier 1925).
(2) L. Ravaz, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 370-372, 18 octobre 1925).
(3) L. Degrully, Chronique (*Progrès Agricole*, LXXXIV, p. 393, 25 octobre 1925).

qui doivent résulter de l'introduction du parasite. De la Corrèze à la Charente, en passant par le Nord-Ouest de la Haute-Vienne, où les taillis eux-mêmes dépérissent, la maladie se manifeste par des groupes d'arbres morts dans la plupart des Châtaigneraies.

DUFRENOY constate aussi l'existence en Corse d'une série de foyers isolés les uns des autres (Voir Rapport sommaire, p. 490).

La seule méthode pratique consiste à reconstituer par l'emploi des Châtaigniers du Japon. MAURICE MANGIN estime qu'on ne doit introduire en France que des espèces ou variétés horticoles de Châtaigniers chinois et japonais, soigneusement choisis, de manière à répondre à nos *desiderata* tant au point de vue fruit, qu'au point de vue teneur en tannin du bois et résistance à l'Encre et à l'*Endothia parasitica*. Grâce aux crédits mis à la disposition par le Syndicat des Fabricants d'extraits tanniques, MAURICE MANGIN a, de 1922 à 1924, pu se faire expédier par un pépiniériste de Yokohama d'importants envois de : 1° *Tamba Guri* ; 2° *Shiba Guri* ; 3° *Coraiensis*, variétés de *Castanea crenata*. Après visite et désinfection à leur arrivée, les Châtaigniers importés du Japon ont été semés dans le jardin de Chèvreloup à Versailles : 68 320 fruits, qui ont donné 37 000 plants (soit 54 p. 100 de réussite) sur lesquels 1 300 ont été perdus pour des causes diverses. Finalement sont restés 35 700 sujets vigoureux qui ont coûté 15 277 fr. 75, soit 0 fr. 426 pièce. Ainsi, MAURICE MANGIN a créé à Chèvreloup, une pépinière de Châtaigniers exotiques, qui lui fournit des plants, qui sont distribués gratuitement et ont été envoyés dans un certain nombre de centres situés dans les départements les plus éprouvés par la maladie de l'Encre. Jusqu'à présent, 24 800 plants japonais ont été mis en place dans les domaines les plus contaminés, notamment près de Brive, à Limoges, dans les Cévennes, en Corse. Dans l'ensemble, les résultats ont été satisfaisants. Pour assurer une bonne reprise des plants japonais, il faut, lors de leur mise en place, leur ménager un léger abri latéral, Genêt, Bruyère, Ajonc, etc. Les plantations en terrain nu réussissent moins bien. MAURICE MANGIN a conservé à Versailles 10 840 beaux sujets, dont une partie est destinée à constituer à Chèvreloup, une petite Châtaigneraie japonaise, pour la production des semences sélectionnées et le reste à entreprendre une série d'essais de greffage (1).

J. DUFRENOY constate que les résultats fournis par les plantations de Châtaigniers japonais plantés dans la Haute-Vienne, en Corrèze et dans les Hautes-Pyrénées, sont excellents. Des plants âgés de trois ans, dont les plus grands atteignent 2 mètres de haut, se classent au point de vue de leur vigueur dans l'ordre suivant : Gane, Tamba, Coraiensis, Shiba, Indigène. Dans le cas de divers sujets, la récolte individuelle est semée en lots séparés. On peut ainsi procéder à une étude génétique de lots de Châtaigniers ayant un parent com-

(1) M. MANGIN. La reconstitution des Châtaigneraies détruites par l'Encre (C. R. Acad. d'Agric., XI, n° 6, p. 161-167, 18 février 1925).

mun, et établir comment ils se comportent vis-à-vis du milieu et des divers parasites.

Les progrès de la maladie de l'Encre, les abatages destinés à alimenter l'industrie du tannin amènent certaines personnes à craindre que dans un temps assez court, la France se voit obligée d'importer les produits que lui fournit actuellement la culture du Châtaignier, répandu sur trente de ses départements. Pour parer à ces inconvénients, une proposition de loi tendant à réglementer l'abatage a été récemment examinée par le Parlement. « Tout propriétaire ou exploitant désirant abattre plus de 20 Châtaigniers dans l'année, sera tenu de faire une déclaration par écrit au préfet du département. Le propriétaire devra, sous peine d'amende et sauf si le terrain est contaminé ou épuisé, remplacer les Châtaigniers abattus » (1).

2° L'*Armillarella mellea* Pat. (*Armillaria mellea* (Vahl.) Quel.) est assez fréquent en Seine-et-Oise, d'après SIMONET. En Corrèze, J. DUFRENOY constate que l'attaque de l'*A. mellea* succède très souvent à celle de l'Encre.

3° *Microsphæra quercina.* — A Ussy (Calvados), DUCOMET constate que les jeunes semis de Châtaigniers sont souvent atteints.

AUNE (*Alnus glutinosa*). — *Exoascus Tosquinetti* (West.) Sad. est observé à Barr (Bas-Rhin), en septembre 1925 et à Barèges (Hautes-Pyrénées) ; *E. amentorum* Sad. existe sur châtons femelles d'Aune à Barèges (Hautes-Pyrénées).

PEUPLIERS (*Populus*). — 1° *Chancre bactérien* (*Micrococcus populi* Delacroix ?). — Les cultures de Peuplier (*Populus canadensis*) de M. BAUDOIN à Lieux Restauré, à Bonneuil en Valois (Oise), subissent des dégâts du fait des attaques du chancre bactérien que DELACROIX avait attribué au *Micrococcus populi* (?). Cette maladie sévit dans l'Oise où elle a été étudiée par M. REGNIER. Les constatations de M. J. DUFRENOY à Lieux Restauré, lui permettent de s'associer aux conclusions formulées par M. REGNIER. La bactérie du chancre du Peuplier est avant tout un parasite de blessure, les insectes lui ouvrent la voie au même titre que les blessures accidentelles ou artificielles. Dans la propagation du chancre bactérien, il est un facteur dont il faut toujours tenir compte, la réceptivité de la plante, variable suivant les espèces et les individus (2).

2° *Taphrina aurea* (Pers.) Fr. s'observe aux environs de Paris sur *Populus nigra* et à Barèges (Hautes-Pyrénées) sur *Populus Tremula.*

3° *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm. — Ce champignon qui continue à exercer ses ravages dans les plantations de Peupliers de la Caroline (*Populus carolinensis*) de la vallée de la Garonne, s'observe également ailleurs, soit sur cette espèce, soit sur d'autres. Il existe dans les plantations de M. BAUDOIN à Lieux Restauré, par Bonneuil en Valois (Oise).

(1) AD.-J. CHARRON, et J. PONSARD, Chronique agricole. Réglementation de l'abatage des Châtaigniers (*Journal d'Agriculture pratique*, XLV, n° 3, p. 46, 16 janvier 1926).

(2) ROBERT REGNIER, Du rôle des Insectes dans la désorganisation de l'arbre (*Actes du Museum de Rouen*, série 2, II, 135 p., 4 pl., 1925).

Une collection de Peupliers établie à Escatalens (Tarn-et-Garonne) par les soins de l'Office départemental, permet de se rendre compte que certains types sont beaucoup plus gravement attaqués que d'autres par le *Cenangium populinum* et par le *Taphrina aurea*.

La première de ces deux espèces est surtout abondamment développée sur *Populus canadensis* Caroline qui, de tous les Peupliers essayés, est le plus affecté. Sont moins atteints : *P. italica*, *P. balsamifera*, *P. grandidentata*, *P. acuminata*, *P. robusta*.

Le *Taphrina aurea* attaque fortement le *P. acuminata* et n'a pas été observé sur *P. balsamifera*, *P. grandidentata*, *P. robusta*.

ERABLE (*Acer*). — *Rhytisma Acerinum* (Pers.) Fr. — Ce champignon que M. G. ARNAUD constate est très abondant et assez grave sur les jeunes Érables (*Acer platanoïdes*) aux environs de Chevreuse.

Uncinula Aceris (D. C.) Sacc. est très abondant dans le Parc de Grignon (Seine-et-Oise).

PLATANE (*Platanus orientalis*). — *Melanopus squammosus* (Huds.) Pat. est fréquent sur les Platanes du Parc Montsouris où G. ARNAUD l'observe.

Gnomonia veneta (Sacc. et Speg Kleb.) — Forte attaque au printemps en Seine-et-Oise. Nombreuses chutes foliaires. Il en est de même dans le Sud-Ouest.

ORME (*Ulmus campestris*). — *Exoascus Ulmi* Fckl. est observé en juillet à Bussy-les-Poix (Somme) par M[lle] GAUDINEAU et GUYOT.

Dothidella Ulmi (DUV. WINT.), très commun en Seine-et-Oise.

Dépérissement des Ormes. — Les dépérissements, à cause non encore précisée, s'observent en 1925 dans diverses régions de la France : Picardie, Région parisienne, Sud-Ouest et sans doute ailleurs, sans nécessairement y revêtir la gravité qu'ils avaient manifestée en 1924. Sur des Ormes déjà dépérissants à Versailles, le *Graphium Ulmi*, déjà signalé dans les mêmes conditions en Hollande par M[lles] SPIERENBURG et SCHWARZ, est isolé par GUYOT.

PINS (*Pinus*). — 1° *Sphæropsis Pinastri* C. et Ell. — SIMONET attribue à ce champignon des desséchements de feuilles et pousses que certains pieds de Pins Sabine (*Pinus Sabiniana*) présentent aux environs de Paris.

2° *Peridermium Cornui* Kleb. est, d'après J. DUFRÉNOY, très abondante dans les Hautes-Pyrénées sur *Pinus uncinata* et *P. silvestris*.

3° *Dépérissements des jeunes semis de résineux* (*Pinus*, *Abies*). — Du Calvados, de Senlis (Oise), de Valenciennes (Nord), du Loiret, nous parviennent, à la fin de l'hiver et au printemps 1925 de jeunes semis dépérissant ou morts de résineux appartenant à diverses espèces de Pins et de Sapins et chez lesquels on ne rencontre aucun parasite.

GENÉVRIER (*Juniperus Sabina*). — *Gymnosporangium Sabinæ* (Dicks.) Winter est observé dans le Parc de Grignon en mai 1925.

A la tête d'une Commission instituée par le préfet de l'Orne, LEMÉE

a constaté le 28 avril 1925 la présence d'un *Gymnosporangium* sur un pied de *Juniperus chinensis* situé dans une propriété voisine d'Alençon. Des essais d'infection ont permis à LEMÉE d'obtenir le développement du *Rœstelia cancellata* sur des feuilles de Poirier.

Dans les jardins ouvriers de la Société « Mes Loisiers », situés au voisinage d'Alençon, les Poiriers étaient gravement rouillés en 1924 à cause de l'existence de pieds de Genévrier Sabine portant le *Gymnosporangium Sabinæ*. C'est sans doute à la destruction de ces derniers que doit être attribuée l'absence complète de Rouille sur les Poiriers en 1925.

LEMÉE prescrit la destruction d'un *Juniperus oxycedrus*, hôte possible du *Gymnosporangium Sabinæ* aussi bien que du *G. Oxycedri*.

Cultures méridionales.

OLIVIER (*Olea Europæa*). — 1° *Cycloconium* (*Cycloconium oleaginum* Karst.). — Dans le Nord-Est du Gard, G. ARNAUD constate que ce parasite ne présente pas une grande gravité.

2° *Fumagine* (*Fumago vagans* Pers.). — La Fumagine est relativement peu développée dans le Nord-Est du Gard. Elle l'est au contraire beaucoup dans Nyonsais (Drôme), où DESMOULINS prescrit une méthode de traitement.

MURIER BLANC (*Morus alba*). — 1° *Sphærella Mori* Fuck. est assez répandu sur les cultures de Mûriers.

2° *Pourridié* (*Armillariella mellea* Pat., *Armillaria mellea* Vall.). — Observé par G. ARNAUD dans le Nord-Est du Gard.

3° *Polypore* (*Polyporus hispidus* Bull.). — Est assez répandu sur les Mûriers du Sud-Est.

MICOCOULIER (*Celtis australis*). — *Cloque du Micocoulier* (*Exoascus Celtidis* Sad.) Sacc.). — Très répandu aux environs de Montpellier.

CÉDRATIERS (*Citrus medica*), ORANGER (*Citrus aurantium*), CITRONNIER (*Citrus limonum*). — *Dépérissements*. — Des dépérissements accompagnés de gommose se manifestant en Corse chez les Cédratiers, Orangers, Citronniers. DUFRENOY estime que ces accidents, jusqu'à présent attribués à un Fusarium, doivent en réalité être rapportés à un champignon du groupe des Phytophtorées, rentrant d'après LEONIAN dans le groupe *Ph. omnivora parasitica*. C'est dans cette espèce que doit être rangée le *Phytophtora terrestris* Shterbakoff et c'est également d'elle que doivent être rapprochés le *Pythiacystis citrophtora* Fowcett, le *Blepharospora aurantii* Peyronel et le *Phytophtora* isolé par de MAIA des Orangers du Portugal, aussi bien que celui que PETRI a découvert chez le *Citrus* de Sicile (rapport sommaire p. 491).

Anthracnose du Cédratier (*Colletotrichum glœosporioides* Peng.). — POUTIERS, chef des travaux à l'Insectarium de Menton (Alpes-Maritimes) constate

que des boutures de Cédratier plantés dans son jardin, se flétrissent. Sur les feuilles de ces dernières s'observe le *Colletotrichum glœosporioides* Penz.

Plantes d'ornement.

Aconitum spec. — *Vermicularia dematium* (Pers.) Fr.). — Champignon assez abondant à la base des tiges d'Aconit, d'après Simonet.

Delphinium spec. (variétés vivaces). — *Erysiphe Polygoni* (Pers.) de Bary. — Très abondant en Seine-et-Oise en août et septembre, d'après Simonet.

Mathiola spec. — *Peronospora parasitica* (Pers.) de Bary, observé en Seine-et-Oise par Simonet.

Rosiers (*Rosa* sp.). — *Rouille* (*Phragmidium subcorticium* Schrenk) Winter. — Assez forte attaque aux environs de Paris.

Oïdium (*Sphærotheca pannosa* Wallr.) Lév. assez développé sur certaines espèces et variétés de Rosiers.

Anthracnose (*Marssonia Rosæ* Trail Br. et Car.), assez forte attaque aux environs de Paris.

Œillets (*Dianthus*). — Simonet observe en Seine-et-Oise un dépérissement des Œillets Flon (*Dianthus semperflorens* Hort.) qu'il rapporte à un *Volutella* décrit par Atkinson et qui serait identique au *Vermicularia herbarum* signalé par Mlle Ballings (1) sur *Dianthus caryophyllus*. La multiplication du *Dianthus semperflorens* se faisant toujours par bouturage du fait de la castration parasitaire due à l'*Ustilago violacea*, Simonet a eu l'idée de traiter les boutures par la bouillie bordelaise et a obtenu de bons résultats.

Sur *Dianthus barbatus*, le *Puccinia Arenariæ* (Schum.) Schroeter est très abondant en août et septembre dans la région de Paris, d'après Simonet.

Muflier (*Anthirrinum majus*). — *Diplodina Passerini*, en Seine-et-Oise, attaque fortement la base des rameaux, entraînant la mort des plantes.

Lilas (*Syringa vulgaris*). — *Ascochyta Syringæ* Bres. est observé par G. Arnaud à Chevreuse (Seine-et-Oise).

Verveine (*Verbena hortensis*). — Oïdium abondant sur les Verveines cultivées en Seine-et-Oise.

Dahlia (*Dahlia variabilis*). — *Entyloma calendulae* (Oud.) de Bary est observé par M. et Mme G. Arnaud dans des cultures de Dahlia des environs de Paris.

Chrysanthème (*Chrysanthemum*). — *Puccinia Chrysanthemi* Roze forte attaque dans les cultures de Chrysanthèmes de Seine-et-Oise.

Azalée (*Azalea*). — *Exobasidium discoideum* Ellis. — Fréquent dans les cultures sous verre des environs de Paris.

Septoria Azaleæ Vogline se manifeste aux environs de Paris.

(1) Mlle M. Ballings, *Bulletin de la Société de Pathologie végétale*, IX, fasc. 4, p. 288-289, octobre-décembre 1923).

Rose trémière (*Althæa rosea*). — *Puccinia Malvacearum* Mont. — Rouille très fréquente sur Rose trémière aux environs de Paris.

Fusain du Japon (*Evonymus Japonica*). — *Oïdium Evonymi-Japonicæ* abondant à l'ombre à Versailles, à Châtillon-sous-Bagneux. Existe à Paris dans plusieurs jardins publics, en particulier, mais est généralement très peu développé.

Glaieul (*Gladiolus* spec.). — *Sclerotium* spec. — Un *Sclerotium*, dont G. Arnaud a déjà signalé les dégâts, continue à exercer ses ravages dans les plantations de Glaïeuls des environs de Paris. Simonet estime que la maladie est parfois grave. Dans certains cas, 10 p. 100 des plantes peuvent être atteintes (1).

Iris (*Iris* spec.). — *Puccinia Iridis* (D. C.) Wallr. — Simonet observe en Seine-et-Oise la Rouille sur *Iris fœtidissima variegata*. Les zones panachées ne présentent pas de pustules. Le *P. Iridis* est observé par G. Arnaud sur *I. stolonifera*.

Heterosporium gracile Wallr. Sacc. abondant dès juillet sur plusieurs espèces et variétés d'Iris.

Arbousier (*Arbutus Unedo*). — *Septoria Unedonis* Reb. et Desm. sévit dans le Vaucluse, d'où il nous est adressé par Jœssel.

Phanérogames parasites.

1° Cuscute (*Cuscuta* spec.). — La présence de la Cuscute est signalée dans les cultures de Luzerne et de Trèfle de la Lozère.

2° Orobanches (*Orobanche* spec.). — Des attaques d'Orobanches sur Légumineuse sont constatées dans la Haute-Vienne.

Le Trèfle est envahi dans le Tarn et en Saône-et-Loire, où Henri Blin, directeur des Services agricoles de Saône-et-Loire (2) signale la multiplication de l'*Orobanche minor* dans les Tréflières (*Trifolium pratense*) (3).

L'Orobanche rameuse (*Phelippæ ramosa*) est un des graves ennemis des cultures de Tabac du Sud-Ouest. Ducomet et Rachel Severin se préoccupent de connaître celles des plantes qui, indépendamment du Tabac, peuvent servir d'hôtes à ce végétal dans la Gironde et le Lot-et-Garonne. Severin constate la présence du *Phelippæa ramosa* sur Navet (*Brassica Napus*).

(1) M. Simonet, Notes de Pathologie végétale (*Journal de la Société nationale d'Horticulture*, XXVI, p. 422-25, octobre 1925).

(2) H. Blin, Les Trèflières de l'Orobanche (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, n° 45, p. 380-381, 7 novembre 1925).

Plantes adventices.

1° *Destruction des mauvaises herbes par les pulvérisations à l'acide sulfurique.* — Les excellents résultats fournis par les traitements à l'acide sulfurique dans la lutte contre les mauvaises herbes incitent chaque année de nouvelles régions de France à adopter ce procédé, qui tend de plus en plus à entrer dans la pratique agricole. Les ouvrages destinés à guider les agriculteurs sont publiés par RABATÉ, inspecteur général de l'Agriculture (1) et par VERMOREL, membre de l'Académie d'Agriculture (2).

C. BLIN, directeur des Services agricoles de Saône-et-Loire, décrit avec précision les essais de traitements institués dans son département et les résultats obtenus, notamment contre une Vesce sauvage (*Vicia* sp.). L'augmentation de récolte a été de 2 000 kilogrammes, soit un bénéfice de 2 480 francs par hectare (3, 4).

L. GUENIER se demande si l'heureuse influence de l'acide sulfurique est simplement due à son seul pouvoir destructeur des mauvaises herbes ou si ce traitement n'aurait pas aussi une action fertilisante (5). L'emploi de l'acide sulfurique, même en solution faible, est dangereuse pour les jeunes plants de Légumineuses fourragères : Trèfle (*Trifolium pratense*), Luzerne (*Medicago sativa*), Sainfoin (*Onobrychis sativa*) qu'on sème dans les céréales. JOUVET, directeur de l'École nationale d'Agriculture de Grignon et CARTIER, chef de culture, ont obtenu d'excellents résultats avec une dissolution de sulfate de cuivre. Tandis que les Sanves (*Sinapis*) ont été presque entièrement détruites par une dissolution de sulfate de cuivre à 25 p. 100, les cotylédons et les jeunes feuilles de la Luzerne (*Medicago sativa*) et du Sainfoin (*Obrychis sativa*) n'ont pas souffert, et leur végétation a continué normalement. Les auteurs estiment qu'il en serait probablement de même du Trèfle et de la Minette (*Medicago lupulina*).

2° *Destruction des mauvaises herbes par l'emploi du sel marin* (*chlorure de sodium*). — ROY (6) préconise depuis plusieurs années l'emploi du sel marin (NaCl) pour la destruction des mauvaises herbes. MARRE croit devoir rappeler à quelle législation est soumise cette substance (7).

(1) E. RABATÉ, Nettoyage et fertilisation des céréales avec l'acide sulfurique dilué (*Office Agricole régional du Sud-Ouest*, 1925).

(2) V. VERMOREL, Manuel pratique de la destruction des mauvaises herbes (*Bibliothèque Vermorel*, n° 119).

(3) C. BLIN, Essais de destruction des mauvaises herbes dans les céréales (*Journal d'Agriculture pratique*, LXIII, n° 17, p. 338-340, 25 août 1925).

(4) C. BLIN, Le désherbage chimique des Blés (*Journal d'Agriculture pratique*. XLIV, n° 40, p. 278-279, 30 octobre 1925).

(5) L. GUENIER, Recherches de l'efficacité des traitements des céréales à l'acide sulfurique (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIV, n° 44, p. 357, 31 octobre 1925).

(6) ROY, Un procédé simple et économique pour détruire les plantes adventices (*Office Agric. départ. du Doubs*, p. 1-8, Besançon, 1925).

(7) E. MARRE, Les usages du sol en agriculture (*Le Cultivateur du Sud-Centre*, XX, n° 431, p. 156, 5 avril 1925 n° 432, p. 179-180, 19 avril 1925).

MARRE, qui a employé l'eau salée suivant les indications de ROY (1), déclare avoir obtenu de bons résultats en faisant usage du sel mélangé agricole exempt d'impôt. JOUVET et CARTIER ont obtenu d'excellents résultats contre les Sanves qui avaient envahi les semis de Betterave en traitant ceux-ci avec une dissolution d'eau salée à 20 p. 100 de sel dénaturé (2). B. DESSASSAIX (3) décrit le matériel destiné au traitement et la manière d'effectuer ce dernier. MARRE décrit l'action des solutions d'eau salée sur certains semis de plantes cultivées qu'il classe en 2 catégories, peu sensibles et sensibles (4).

3° *Destruction des mauvaises herbes par l'emploi de la sylvinite.* — D'après MARRE (5), dans la pratique, la sylvinite qui contient une forte proportion de chlorure de sodium, s'est montrée tout aussi efficace que ce dernier. En outre, comme la sylvinite renferme une importante quantité de potasse, soluble et immédiatement assimilable, elle détruit, non seulement les Sanves (*Sinapis*) et autres mauvaises herbes, mais elle augmente encore la vigueur de la céréale surtout si celle-ci a déjà reçu du superphosphate ou des scories et éventuellement un engrais azoté. MARRE fournit le mode d'emploi de ce produit. Il rapporte qu'on peut également détruire les Sanves avec un mélange de sylvinite finement moulue et de cyanamide : Sylvinite, 400 kg. ; cyanamide, 200 kg., par hectare. Répandre de grand matin alors que les céréales sont encore humides de rosée et que les Sanves poussent leur cinquième feuille. L'Orge de printemps souffrirait de ce traitement (6).

4° *Destruction de la Folle-Avoine.* — MAUPAS étudie les conditions dans lesquelles s'effectue la germination de la Folle-Avoine (*Avena sterilis*) et en déduit les procédés propres à la lutte contre cette mauvaise herbe (7).

COMPAIN, chef de culture à l'École d'Agriculture de Rennes, est parvenu à lutter efficacement contre la Folle-Avoine en employant la méthode suivante. Un Blé ayant été fortement envahi en 1924 par cette Graminée, on a en septembre scarifié le champ, alors que le sol avait été bien détrempé par les pluies. On a ainsi pu faire germer les graines de Folle-Avoine (8).

(1) MARRE, Destruction des mauvaises herbes des céréales par des solutions de sel marin (*C. R. Académie d'Agriculture*, XI, n° 6, p. 167-170, 18 février 1925).

(2) H. SAGNIER, Chronique agricole. Mauvaises herbes dans les Céréales (*Journal d'Agriculture pratique*, XLIII, n° 17, p. 334-336, 25 avril 1925).

(3) DESASSAIX (M.-B). Destruction des mauvaises herbes par le sel marin. (*Journal d'Agriculture Pratique*. T. XLIII, n° 17. p. 334-336, 25 avril 1925.

(4) E. MARRE, Action des solutions d'eau salée sur certains semis de plantes cultivées (*C. R. Académie d'Agriculture*, XI, n° 22, p. 636-637, 17 juin 1925).

(5) E. MARRE, Destruction des Sanves, Ravenelles et autres mauvaises herbes dans les céréales par la sylvinite ordinaire en dissolution (*Le Cultivateur du Sud-Centre*, XX, n° 433, p. 205, 3 mai 1925).

(6) E. MARRE, Sylvinite, Cyanamide et Sanves (*Le Cultivateur du Sud-Centre*, XX, n° 436, p. 281, 21 juin 1925).

(7) A. MAUPAS, Sur la germination des semences de Folle-Avoine (*Progrès Agricole et Viticole*, LXXXIII, n° 11, p. 264-269, 15 mars 1925).

(8) E. MARRE, Pour détruire la Folle-Avoine (*Le Cultivateur du Sud-Centre*, XX, n° 437, p. 301 5 juillet 1925).

RAPPORTS SOMMAIRES

SUR LES TRAVAUX ACCOMPLIS DANS LES LABORATOIRES EN 1925

STATION CENTRALE ENTOMOLOGIQUE DE PARIS

Rapport de M. Paul Marchal, *Directeur.*

Les travaux de la Station de Paris ont porté en 1925 sur les sujets suivants :

Etudes sur la biologie des Insectes nuisibles — L'attention n'avait pas été attirée en France jusqu'ici sur le préjudice causé dans les vergers par certains Insectes qui piquent les fruits et entraînent des déformations pierreuses, préjudice qui peut se chiffrer par des pertes s'élevant à 40 et même 70 p. 100. En suivant de près une plantation ayant eu particulièrement à souffrir l'an dernier dans les environs de Paris, M. Trouvelot a reconnu que ces altérations étaient dues à des piqûres faites sur de très jeunes fruits par les larves de divers Hémiptères phytophages en particulier le *Calocoris biclavatus*. Il en a suivi d'une façon complète l'évolution, ce qui lui permettra l'année prochaine d'aborder, en s'appuyant sur des données précises, les expériences de traitement. Jusqu'à présent, l'ignorance dans laquelle on se trouvait, en France, sur l'origine de cette altération, avait empêché la mise au point d'aucune méthode de lutte pratique permettant de la prévenir (voir en outre p. 474).

Organisation de la lutte contre les ennemis des plantes. — A la suite de son travail paru fin 1924 sur *le Problème acridien et sa solution internationale*, M. Vayssière a été chargé d'une chronique trimestrielle sur les invasions de Sauterelles dans les divers pays et sur les moyens de lutte mis en œuvre pour enrayer leur multiplication. Cette publication (1) faite à Genève, sous les auspices de la Société des Nations, marque une nouvelle étape dans la spécialisation de son auteur pour l'une des questions mondiales les plus importantes au point de vue économique qui puisse être soulevée par l'étude des insectes nuisibles aux cultures.

M. Willaume s'est appliqué d'autre part à la préparation d'un rapport sur la législation des insecticides, qui est paru dans la *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole* (2), et dans lequel il étudie les conditions nécessaires pour obtenir un contrôle efficace et de sérieuses garanties concernant la composition des insecticides et fongicides commerciaux.

(1) *Matériaux pour l'étude des Calamités*, Genève.
(2) F. Willaume, Esquisse d'un plan de sélection rationnelle des produits insecticides et fongicides commerciaux (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, t. XII, fasc. 3, septembre 1925).

Recherches sur les insecticides et sur divers moyens de lutte contre les ennemis des cultures. — Divers essais sur des insecticides nouveaux ou d'un usage encore peu répandu ont été effectués au cours de l'année 1925. Le paradichlorobenzène a été spécialement étudié et une note a été publiée par M. VAYSSIÈRE dans les comptes rendus de l'Académie d'Agriculture, sur son utilisation ainsi que sur les résultats obtenus tant dans les cultures que pour la désinfection des produits agricoles (1).

L'emploi en poudrage du fluosilicate de soude a donné lieu aussi à quelques essais dans les cultures. Mais pour les Insectes aériens tels que les Criocères, les résultats ont été jusqu'ici inférieurs à ceux obtenus avec les bouillies arsenicales ou nicotinées. Pour les larves souterraines (larves de Taupins) les appâts empoisonnés au fluosilicate se sont montrés actifs dans les expériences de laboratoire, mais les appâts employés (tranches de Pommes de terre) n'ont pas attiré suffisamment les larves en terrain cultivé.

M. WILLAUME, conformément au programme qui lui avait été donné à son entrée au laboratoire, a continué à se spécialiser dans les recherches concernant la lutte par les méthodes chimiques et physiques. Avec l'obligeant concours de laboratoires divers tels que ceux de chimie et de physique de l'Institut national Agronomique ou avec l'aide de la Société de Biochimie, il s'est entraîné à la connaissance complexe des principes généraux (d'ordre physico-chimique, ou d'ordre physiologique), sur lesquels doit reposer l'établissement des formules d'insecticides et des conditions de leur emploi pour lutter contre les diverses catégories de ravageurs. La technique des émulsions et la mesure du pouvoir mouillant ont, cette année, spécialement attiré son attention, ce qui lui a permis d'établir et d'étudier comparativement, tant au laboratoire que dans les cultures, un assez grand nombre de formules basées sur l'emploi d'émulsifiants pulvérulents et insolubles (tels que kaolin, farine, sulfure de calcium, tripoli), ou d'émulsifiants solubles ou pseudosolubles (tels que saponine, gomme arabique, extraits divers) (2). Les expériences en pleine culture, concernant les traitements d'hiver et de printemps des arbres fruitiers contre les Cochenilles, ont porté sur une vingtaine de formules et ont confirmé la très grande efficacité des émulsions d'huile minérale et en particulier de l'huile d'anthracène.

Une autre série d'essais faits à la fin de l'hiver par mes soins à Antony et visant spécialement la destruction du *Mytilaspis* du Pommier, ainsi que celle des pucerons et des pontes de Microlépidoptères, a porté également sur les émulsions d'huile minérale, les huiles de schiste émulsionnées à l'ichtyol, les huiles sulfurées, les bouillies arsenico-calciques et divers produits nitrés provenant des poudreries ; elle a montré la supériorité générale pour ce genre

(1) *C. R. Acad. d'Agric.*, juillet 1925.

(2) F. WILLAUME, Contribution à l'étude des bouillies insecticides à base d'huiles insolubles (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, t. XII, fasc. 3, septembre 1925).

de traitements des émulsions d'huile minérale et des carbonyles modifiés en vue de l'emploi horticole.

Les travaux sur la désinfection de produits végétaux ont été continués et, en collaboration avec M. VAYSSIÈRE, j'ai fait paraître dans les *Annales des Epiphyties* un travail de mise au point sur cette question (Voir p. 121).

L'étude de l'utilisation pratique du pyrèthre a été poursuivie principalement par M. WILLAUME en coopération avec l'Office agricole de Seine-et-Oise et des données complémentaires ont été recueillies sur la façon dont se comporte cette culture dans divers terrains ; la principale plantation a été établie à l'École d'Horticulture de Versailles, où 10 000 plants environ sont à la disposition des demandeurs ; la technique pour l'utilisation directe de la récolte de Pyrèthre par le cultivateur a été précisée, tant pour la préparation de la poudre que pour celle des extraits.

En ce qui concerne le mode d'application des insecticides, qui offre une grosse importance pour assurer l'efficacité des traitements, MM. TROUVELOT et WILLAUME ont apporté des perfectionnements notables à leur modèle de pulvérisateur à pression, modèle qui permet l'application des insecticides sous forme de brouillards tièdes surhumidifiés (1). Cet appareil a été rendu plus facilement transportable et a été pourvu d'une lance allongée et coudée avec jet pouvant être rapidement modifié au cours même des opérations, tant au point de vue de la forme que du débit et de la température. Avec une quantité minimum de liquide, le pourcentage d'efficacité des traitements peut, par cette méthode, se trouver considérablement augmenté, ainsi que des essais faits contre les chenilles d'Eudémis et contre les pucerons, ont pu le mettre en évidence. Un modèle de ce pulvérisateur a été réalisé dans le commerce et s'y trouve à la disposition des agriculteurs.

Une étude comparée des différents jets de pulvérisateurs a d'autre part été entreprise à l'aide d'un appareil très simple consistant en un interrupteur à guillotine que l'on interpose à une petite distance de l'émission du jet. Des tranches faites dans le jet pulvérisé se trouvent ainsi isolées par cet interrupteur et si l'on prend soin de colorer le liquide, elles peuvent être projetées sur une feuille de papier et facilement interprétées.

Recherches relatives à la lutte par les méthodes biologiques et questions connexes. — L'élevage de l'*Aphelinus mali*, parasite américain du Puceron lanigère, a été continué à Antony en 1925 et des distributions de colonies de cet Insecte ont été faites dans diverses régions de la France, notamment dans le Tarn-et-Garonne, le Puy-de-Dôme (Issoire et Montferrand), la Corrèze (Brive), la Côte-d'Or (Dijon), l'Allier (Tronget), les Alpes-Maritimes (Menton). De nouveaux envois ont été adressés à Gembloux (Belgique) où la

(1) B. TROUVELOT et F. WILLAUME, Sur un nouveau principe de pulvérisateur utilisant la chaleur comme force dynamique et activante (brouillards tièdes surhumidifiés) (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, t. XII, mars 1925).

multiplication de l'Insecte se fait dans des conditions qui paraissent très favorables.

Les recherches entreprises au sujet de l'influence des parasites sur la périodicité des invasions des Hyponomeutes ont été continuées par M. TROUVELOT. Au cours d'une invasion d'Eudémis dans les vignobles de la Loire-Inférieure, il a recueilli des matériaux d'étude et fait des observations en vue de préciser l'action des parasites dans le réfrènement de ce ravageur.

J'ai mis de mon côté à l'étude la biologie des parasites vivant aux dépens des Tortricides des arbres fruitiers qui ont été très abondants en 1925.

La Station s'est occupée de l'acclimatation à la Nouvelle-Zélande des parasites de la Cécidomyie des feuilles du Poirier (*Perrisia piri*) d'origine européenne et qui est devenu dans ce pays un véritable fléau. La Station a prêté son concours à un entomologiste de la Nouvelle-Zélande, M. MYERS, qui est venu travailler au laboratoire et a fait aux environs de Paris, les recherches utiles pour la récolte des auxiliaires destinés à limiter la multiplication de ce ravageur dans son pays.

Études sur le systématique et sur la biologie de divers groupes ayant un intérêt agricole. — a. *Etude sur les Coccides poursuivie par* M. VAYSSIÈRE. — Par l'intermédiaire de correspondants étrangers, un grand nombre d'échantillons d'espèces diverses ont été centralisés à la Station ; les observations ont porté principalement sur la systématique et la biologie des Monophlébines, tribu dont fait partie l'*Icerya.*

b. *Etude des Schizoneuriens.* — J'ai poursuivi mes observations sur les migrations de ces Insectes et en particulier sur l'espèce émigrant de l'Orme au Poirier.

c. *Etude des Thrips.* — La systématique des Thysanoptères ou Physopodes a continué de retenir l'attention de M. WILLAUME. Une étude sur leurs caractères généraux et leur position systématique a été publiée (1). Des observations spéciales ont été faites au sujet de la biologie des Thrips des céréales, de leur hivernation, de leurs stades larvaires et de leur polyphagie.

Les travailleurs qui ont fréquenté le laboratoire de la Station pendant l'année 1925 sont : MM. ALABOUVETTE, de LÉPINEY, VERGUIN, stagiaires ; FISHER (R. C.), entomologiste du Gouvernement britannique ; MYERS, entomologiste du Gouvernement de la Nouvelle Zélande ; KONTA MONZEN, professeur au Collège Impérial de Morioka (Japon) ; CHARTIER, professeur d'Histoire naturelle ; SOFONEA, chef de la Station des plantes médicinales à Cluj (Roumanie).

(1) F. WILLAUME, Caractères généraux et position systématique des *Physapoda* (*Revue de Zoologie agricole et appliquée*, Bordeaux, 1925, n° 1, 2 et suiv.).

INSECTARIUM DE MENTON, ANNEXE DE LA STATION ENTOMOLOGIQUE DE PARIS

Rapport de M. R. Poutiers, *Directeur.*

Élevage d'insectes auxiliaires. — a. *Novius cardinalis.* — Les foyers d'*Icerya purchasi* semblent s'être étendus sur tout le pourtour du bassin méditerranéen et les demandes de *Novius* ont continué à affluer cette année à notre Station. Les élevages ont dû être intensifiés, ainsi que le ramassage des Coccinelles dans les centres de dispersion que nous avons établis en plein air. Le nombre des colonies envoyées cette année a atteint presque le double du nombre de l'an passé, ainsi que le nombre total d'exemplaires envoyés. Une réserve d'hiver nous a permis d'adresser les premiers envois de très bonne heure, soit le 15 juin, en avance de deux semaines sur l'année dernière, favorisant ainsi le développement précoce et plus actif des *Novius* dans les centres infestés. Voici le détail des colonisations, pour 1925 :

Colonies de *Novius* expédiées :

France.	Alpes-Maritimes	9	colonies.
	Var	1	—
	Bouches-du-Rhône	34	—
	Hérault	47	—
	Pyrénées-Orientales	24	—
	Gard	10	—
	Vaucluse	3	—
	Ardèche	1	—
	Aude	3	—
Maroc		2	—
Tunisie		1	—
Espagne		11	—
Suisse		3	—
Nombre total		149	colonies.

contre 84 en 1924 et 44 en 1923, représentant un nombre total de 9 170 individus de *Novius cardinalis.*

b. *Cryptolaemus Montrouzieri.* — Le maintien de cette espèce dans la région de Menton a été confirmé cette année encore, mais son développement dans les foyers nouveaux tels que ceux de Nice, de Marseille, etc., est beaucoup plus lent que celui du *Novius.* Les conditions de température ne semblent pas aussi favorables à l'activité de cette espèce dont nous avons envoyé cependant quelques colonies, suivant les demandes qui nous ont été adressées.

c. *Hippodamia convergens.* — Le Bureau d'Entomologie des États-Unis nous a fait parvenir en chambre froide, sur un paquebot, une colonie de 200 *Hippodamia convergens* dont je suis allé prendre livraison à Marseille le 25 octobre. Ces Coccinelles destinées à combattre les Pucerons, notamment ceux de la Betterave, sont soumises actuellement à l'hivernage, en attendant les premiers élevages au printemps.

d. *Aphelinus mali.* — Quelques colonies de cet Hyménoptère ont été reçues de la Station Entomologique de Paris et distribuées dans la région pour détruire quelques foyers de Pucerons lanigères et s'y établir. Il est d'ailleurs à remarquer que les colonies d'*Aphelinus mali*, précédemment dispersées à Menton, ont fait souche et se sont maintenues depuis plusieurs années malgré la faible quantité de Pommiers et de Pucerons lanigères.

Travaux de biologie. — J'ai poursuivi cette année mes études sur les parasites de Coccides et d'Aphides. Un certain nombre d'espèces ont été identifiées, et d'autres sont à l'étude. Une note préliminaire sera publiée au début de 1926.

M. Genieys, préparateur, a plus spécialement étudié les caractères larvaires des Braconides Microgasterinae. Il prépare différentes publications sur ce sujet et sur les effets de la mutilation d'organes pour le déterminisme de la ponte chez les Bracon.

M. Genieys a en outre étudié la biologie du *Coræbus rubi*, Coléoptère nuisible aux plantations de Rosiers de la région. Il a mis à l'essai d'autre part un certain nombre de méthodes de lutte contre cet insecte.

M. Molinari, chargé de mission à l'Insectarium, a étudié, parmi les Insectes nuisibles à l'Olivier, la Teigne de l'Olive, *Prays oleella* et la Mireuse *Œcophyllembius neglectus*. Il a réuni des documents concernant les parasites de ces Insectes, collationnant ses recherches avec celles publiées par Silvestri. Il a découvert un parasite nouveau de la Teigne, *Rhogas circumscriptus*, déterminé par M. Ferrière.

Parmi les parasites de l'*Œcophyllembius neglectus* il a obtenu *Eulophus longulus*, parasite de *Dacus oleæ* également, puis *Encyrtus Mayri*, très abondant, et enfin un parasite non encore signalé, *Apanteles fulvipes*, déterminé par M. Ferrière.

Enfin, M. Molinari a étudié également un Microlépidoptère qui s'est montré assez nuisible aux fleurs de l'Olivier, *Tephroclystia pumilata*, détermination confirmée par M. de Joannis. Un Ichneumonide non encore déterminé a été obtenu comme parasite de cette espèce. Une note ultérieure fera connaître les détails de ce travail.

Bouillies insecticides. — Nous avons poursuivi les recherches sur les bouillies sulfo-calciques et les bouillies à base d'huiles minérales. Une formule à base de savon noir, de colle de farine et d'huile usagée d'auto a été publiée et a donné d'excellents résultats dans la lutte contre les Lecanines et les Diaspines.

Lutte contre la Fourmi d'Argentine à Cannes. — Les résultats de la campagne engagée depuis plusieurs années à Cannes se sont maintenus en 1925 et j'ai résumé dans une note l'historique de la lutte ainsi que la description des procédés mis en œuvre.

Activité du Laboratoire. — Un grand nombre de visiteurs a été reçu

au laboratoire, et différents travailleurs sont venus faire des recherches, parmi lesquels le Dr R.-C. Fisher, boursier du Gouvernement britannique, qui a passé trois mois à l'Insectarium.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE ROUEN ANNEXE DE LA STATION DE PARIS

Rapport de M. R. Régnier, *Directeur.*

Les travaux de la Station Entomologique de Rouen ont porté en 1925 sur les sujets suivants :

1. Les Campagnols. Amélioration de la technique d'application des virus (Régnier et Pussard).

2. Étude des larves souterraines : les Taupins (Régnier).

3. La faune entomologique des Peupliers : étude du rôle des Insectes dans la désorganisation progressive du végétal ligneux.

4. Étude de la biologie des Mineuses de feuilles : la Teigne des Lilas (Pussard).

5. Questions diverses.

Les Campagnols. — Les travaux qui se poursuivent au laboratoire de Rouen depuis deux ans sur cette importante question ont permis de mettre sur pied une organisation, dont on est en droit d'attendre les meilleurs résultats pour l'avenir. Nous sommes du reste entrés dans la voie des réalisations, puisque grâce au concours du département de la Seine-Inférieure, le laboratoire est doté d'une installation assurant la fabrication permanente du virus suivant la nouvelle technique. Ainsi que nous avons eu l'occasion de l'exposer dans une note présentée au Congrès de l'Avancement des Sciences à Grenoble, la méthode consiste à fabriquer le virus, non plus dans de grands bidons de 20 litres, mais dans de petits bidons de 2 litres en culture enrichie, et à diluer au moment de l'emploi ces 2 litres de culture pure dans 18 litres d'eau salée. On obtient généralement la mort des Campagnols en six jours. Etant donnée la petite taille des récipients, il devient possible d'obtenir une stérilisation parfaite et de se servir d'une étuve de laboratoire, à température constante. Le matériel est moins encombrant, la fabrication régulière et les résultats meilleurs. Quant aux frais de fabrication, ils sont cinq fois moindres.

Ce virus s'est montré, au cours des expériences, très efficace contre les Surmulots : les essais sont poursuivis pour mettre au point cette seconde partie de la question.

Plusieurs milliers d'hectares ont déjà été traités de cette manière. Les recherches seront continuées en 1926.

Etude des larves souterraines : Taupins. — Nous n'avons pas disposé d'un matériel biologique suffisamment abondant pour faire les expériences que nous nous proposions d'exécuter, et en laboratoire notamment nous avons dû nous contenter de continuer nos observations biologiques. La technique d'emploi des vases poreux pour l'élevage des larves souterraines, préconisée par M. PUSSARD (note de 1924) a donné les résultats que nous en attendions. Les larves y évoluent absolument dans les conditions naturelles et ne souffrent aucunement de leur captivité. Ces recherches ont confirmé les précédentes et permis d'obtenir un parasite, *Phænosephus pallipes*. Nous avons actuellement des *Agriotes obscurus* adultes qui ne sortiront qu'au printemps.

Sur le terrain il a été procédé sous ma direction à divers essais de destruction avec du sulfure de calcium à la dose de 200 kilogrammes de sulfure pur à l'hectare (sulfure de calcium à 50 p. 100, mélangé à de la craie phosphatée). Mis en place trois semaines avant les semailles, le sulfure n'a pas contrarié la germination de l'avoine, mais vis-à-vis des Taupins, aucun résultat positif n'est à enregistrer, bien que les essais aient porté sur 50 ares ; le rendement n'a pas été meilleur que dans la parcelle témoin. D'ailleurs, d'une façon générale, les Taupins se sont montrés moins nuisibles cette année que les précédentes. Les recherches seront poursuivies.

La faune entomologique des peupliers. — Dans un travail spécialement consacré à ce sujet j'ai réuni tous mes travaux sur les insectes des Peupliers et montré comment les insectes s'attaquaient successivement au végétal ligneux pour le désorganiser. Dans la première partie, j'ai étudié les différents types d'agresseurs en présence desquels se trouvait l'arbre, la façon dont ils s'adaptaient à cette attaque, ainsi que le parti qu'ils tiraient de leurs pièces buccales et de leur tarière. La seconde partie est consacrée à l'étude de la biologie des principales espèces d'insectes qui s'attaquent aux Peupliers. La troisième partie donne les conclusions que l'on peut tirer de cette étude au point de vue de la désorganisation du végétal, et du rôle des insectes dans la propagation de certaines maladies, comme le chancre bactérien.

La teigne des Lilas. — Dans une étude fort bien conduite, dont la maladie vient d'interrompre la rédaction, M. PUSSARD a montré comment la Teigne des Lilas, très abondante aux environs de Rouen, sur les Lilas et les Troènes, se développait et s'attaquait à la feuille. Il a réussi à suivre l'évolution complète de l'embryon et trouvé dans le cycle évolutif de la larve une sorte d'hypermétamorphose, qui correspond au passage du régime mineur au régime brouteur. Il a mis au point en outre un traitement à base de nicotine pour lutter contre les chenilles mineuses. M. PUSSARD compte terminer son mémoire, dès que sa santé le lui permettra.

Travaux divers. — A. Étude générale des Cicadelles de Normandie (RÉGNIER). A signaler la capture de plusieurs espèces nouvelles pour la région et notamment de *Cicadula sexnotata*.

B. Étude de la biologie de *Lithocolletis comparella*, mineuse des feuilles de Peuplier (PUSSARD).

C. Étude du régime alimentaire du Perce-oreille (PUSSARD). Publiée.

D. Note sur la présence de quelques xylophages dans le tronc d'un *Broussonetia papyrifera* Vent. (PUSSARD). Publiée.

E. Étude de la biologie de *Gypsonoma aceriana*, Microlépidoptère cécidogène (RÉGNIER). Publiée.

Telles sont les principales recherches faites au cours de l'année 1925 par notre laboratoire. Les subventions que la Seine-Inférieure, la Somme et l'Eure viennent de lui voter, témoignent de son activité et de la confiance qui lui est accordée.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE CHALETTE-MONTARGIS ANNEXE DE LA STATION DE PARIS

Rapport de M. L. GAUMONT, *Directeur.*

Les travaux ont porté sur :

a. L'étude des Pucerons.

b. La mise au point d'un procédé de lutte contre les ravageurs souterrains (Vers blancs, Courtilières, Vers gris, larves de Taupins, etc.).

c. La vulgarisation de la culture et de l'emploi du pyrèthre de Dalmatie et la dissémination de l'*Aphelinus mali*.

d. L'étude des prédateurs et des parasites des Pucerons.

a. **Etude des Pucerons**. — Les observations déjà faites sur ce sujet m'ont montré que parmi les nombreuses espèces de cette famille, celles qui pratiquement intéressent l'agriculteur sont en nombre assez réduit, mais que les dégâts causés par certaines d'entre elles peuvent les mettre au rang des plus redoutables fléaux, tels sont :

Le Puceron lanigère du Pommier ;

Les Pucerons radicicoles ;

Le Puceron (*Myzus*) du Pêcher ;

Les Pucerons noirs.

Je me suis attaché plus particulièrement à l'étude des trois derniers groupes.

Les Pucerons radicicoles les plus répandus et les plus nuisibles à la grande culture, appartiennent aux genres *Forda*, *Tychea*, *Paracletus*, *Anœcia.* Tous vivent sur les racines des Graminées cultivées, dont ils détournent la sève à leur profit, et sont par cela même souvent la cause principale de l'échaudage. Dans les pépinières, à Orléans notamment, certaines plantations de jeunes Sapins (*Abies*) dépérissent, leurs racines étant épuisées par les Pucerons de

l'espèce *Prociphilus bumeliæ.* Dans les jardins des environs de Montargis, une espèce du genre *Trama* ravage en automne les cultures de Chicorées, Salsifis, Scorsonères, Artichauts ; enfin *Aphis subterranea* est très redoutable dans les cultures de Carottes ; cet Aphide vit au collet de l'Ombellifère, provoque le crevassement de la partie corticale et s'enfonce dans ces crevasses jusqu'à l'extrémité de la racine principale.

Myzus persicæ est partout répandu ; son importance économique apparaîtrait plus grande encore s'il était bien établi que cet Aphide est, comme on l'avait supposé, le principal vecteur des maladies dites de dégénérescence de la Pomme de terre. J'ai suivi son évolution, au printemps et à l'automne, sur le Pêcher, en été sur la Pomme de terre, les Solanées sauvages et un certain nombre d'autres plantes, et en hiver sur les végétaux des serres où il est très abondant.

Les Pucerons noirs (*Aphis rumicis* et espèces voisines) sont très répandus et très préjudiciables à la culture de la Betterave, qu'il s'agisse de l'obtention des semences ou de la production des racines fourragères ou sucrières. MORDWILKO a établi les grands traits de la biologie de ces ravageurs vers 1911, BÖRNER a tout récemment mis en doute certaines des données de MORDWILKO. Je me suis appliqué, par des essais et des observations, à me faire une idée personnelle de la question des Pucerons noirs.

Enfin, j'ai préparé un travail d'ensemble sur les conditions générales de la pullulation des Aphides.

b. **Mise au point d'un procédé de lutte contre les ravageurs souterrains.** — En 1924, j'étais arrivé par une série d'essais à employer dans la lutte contre les Insectes souterrains des briquettes parallélipipédiques de tourbe de dimensions 5 cm. × 4 cm. × 3 cm. entourées de papier parcheminé et chargées de doses variables de chloropicrine, celle de 10 centimètres cubes par briquette me paraissant la plus favorable. J'ai, en 1925, étendu mes essais dans les jardins des environs souvent ravagés par les Courtilières ; les mêmes essais ont été répétés par M. CHAMBON à Orléans et par M. HÉMERAY, pépiniériste.

c. J'ai répandu dans la région **la culture et l'emploi du Pyrèthre de Dalmatie.** Un carré d'un à deux ares planté de cette Composée, a pu fournir un nombre suffisant d'éclats de pieds pour approvisionner une trentaine de cultivateurs de la région. De même, des colonies d'*Aphelinus mali* ont été créées dans tous les centres de production fruitière du Gâtinais. Plusieurs autres foyers ont été créés dans les environs de Sens.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE BORDEAUX

Rapport de M. J. Feytaud, *Directeur.*

Comme ceux des trois années précédentes, les travaux poursuivis au cours de 1925 ont eu surtout pour objet des questions relatives au Doryphore. Différents autres sujets ont donné lieu cependant à des recherches : Insectes et Myriapodes nuisibles au Maïs, Vers gris du Tabac, Cécidomyies du Poirier, Vers des Noix et des Châtaignes, Termites, régime alimentaire de la Caille.

Doryphore. — La découverte de foyers excentriques déjà anciens et malheureusement méconnus a démontré que la propagande contre le fléau était insuffisante, et surtout insuffisamment étendue, en dépit des efforts réalisés par l'Office régional Agricole du Sud-Ouest et par la Société d'Étude et de Vulgarisation de la Zoologie agricole. Cette regrettable surprise, due à l'ignorance ou à la négligence coupable de quelques agriculteurs, obligea le personnel de la Station Entomologique à s'occuper non seulement des recherches proprement dites, mais aussi en partie de la prospection des territoires menacés, tout en continuant à donner des avis aux directeurs des Services agricoles et en assistant aux nombreuses séances des Comités départementaux.

Malgré ces occupations complémentaires, la Station a poursuivi l'étude des questions suivantes :

1° *Anatomie et biologie*, d'après des observations faites tant au laboratoire qu'en plein champ ;

2° *Pulvérisations et poudrages* — nouveaux essais avec l'arséniate de chaux, le fluosilicate de chaux, le fluosilicate de soude, le chlorure de baryum, etc., le premier de ces produits ayant donné des résultats meilleurs et plus constants que les autres.

3° *Désinfection du sol.* — Expériences entreprises en vue de simplifier autant que possible l'application des traitements souterrains. Des résultats positifs ont été obtenus par épandage direct en surface du benzol et de l'huile de pin à forte dose, tandis que d'autres produits tels que le crésyl, le carbure de calcium et les cyanures se montrèrent nettement moins efficaces que le sulfure de carbone. Pour ce dernier, les essais d'épandage en surface n'ont pas été favorables à la substitution de cette méthode à celle des injections dans le sol.

4° *Désinfection des tubercules.* — Il s'agit d'observations entreprises à la demande du Service phytopathologique, dans l'espoir de garantir au besoin l'innocuité des Pommes de terre sortant d'une zone contaminée. Les produits essayés sont : l'acide cyanhydrique, la chloropicrine, le tétrachlorure de carbone, le sulfure de carbone, l'anhydride sulfureux, le paradichlorobenzène. Les résultats les plus constants et les plus avantageux ont été obtenus avec le

sulfure de carbone et avec l'anhydride sulfureux : les vapeurs dégagées par la combustion de 25 à 30 grammes de soufre par mètre cube du local contenant les Pommes de terre suffiraient en une heure pour mettre hors d'état de survivre d'Insecte adulte et la larve, mais l'interposition d'une couche de terre, même de faible épaisseur, diminue beaucoup cette action.

Insectes et Myriapodes du Maïs. – Les observations ont été poursuivies sur la Noctuelle (*Sesamia nonagrioides*), qui s'est d'ailleurs montrée moins abondante que précédemment par suite de la fraîcheur et de l'humidité relatives.

Les recherches faites dans une partie de la Chalosse, où les semis de Maïs subissent depuis plusieurs années un sérieux déchet, ont permis de recueillir, au niveau des racines, divers Pucerons et des Symphyles de l'espèce *Scolopendrella immaculata* Newport. L'attaque des radicules du Maïs et de plusieurs autres plantes par ces Myriapodes a été nettement établie et des essais préliminaires de traitement du sol ont été faits à Mugron.

Vers gris du Tabac. – M. Delpont, contrôleur des tabacs à Sainte-Livrade, a poursuivi ses recherches en liaison avec la Station Entomologique. Il a reconnu que le trempage des plants de Tabacs dans une bouillie à l'arséniate de plomb donnait des résultats défavorables par suite d'un effet nocif sur la plante. Parmi les produits solides incorporés à la terre, le crude ammoniac s'est montré actif à raison de 1 200 kilogrammes par hectare.

Insectes du Poirier. – En même temps que de nouvelles remarques sur les Hoplocampes, il a été fait quelques observations sur le Cèphe et sur les deux Cécidomyies (*Diplosis pirivora* et *Perrisia piri*) dont M. R.-C. Fisher, entomologiste de la Grande-Bretagne, a recherché les parasites, en vue de leur acclimatation à la Nouvelle-Zélande.

Noix et Châtaignes. — Des essais de traitement par fumigations furent faits avec divers produits au cours de l'hiver, mais les résultats ont été incertains parce que les lots réunis contenaient trop peu de larves.

Termites. — L'isolement de l'espèce commune à La Rochelle et Rochefort par rapport à l'espèce courante de Bordeaux et des Landes a été le point de départ d'une étude plus étendue entreprise par M. Feytaud sur des divergences probables à découvrir parmi les *Reticulitermes* d'Europe. Des expériences sont en cours au sujet de la préservation des bois contre ces Insectes.

Divers. – Des invasions locales furent l'occasion de remarques éparses sur plusieurs Insectes, notamment sur *Cneorhinus plagiatus*, *Hylotrupes bajulus*, *Ephestia kuehniella*.

Les élevages d'*Aphelinus mali* ont été surveillés et accrus.

M. Dieuzeide a fait en août-septembre des observations sur l'alimentation de la Caille dans la nature, en examinant le contenu stomacal de quarante-sept sujets tués sur le territoire d'une même commune du Médoc. Les Cailles tuées pendant le mois d'août avaient mangé un bon nombre d'Insectes,

tandis que celles qui furent tuées ensuite semblaient s'être nourries uniquement de graines, ce qui justifierait le retard de quinze jours apporté cette année à la date d'ouverture de la chasse.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE SAINT-GENIS-LAVAL

Rapport de M. A. Paillot, Directeur.

Question se rapportant au traitement des insectes nuisibles. — 1° *Traitement d'hiver des arbres fruitiers.* — Une méthode générale de préparation des émulsions d'huile minérale en bouillie cuprique a été mise, au point en 1924. Les expériences de traitement avaient porté, cette année, sur l'émulsion d'huile d'anthracène. Dans le but de réduire le prix de revient des bouillies, nous avons cherché à substituer à l'huile d'anthracène l'huile d'auto usagée, le pétrole usagé (pétrole ayant servi au nettoyage des pièces d'auto), le mazout. Des expériences comparatives ont été faites à Vienne (Isère) sur Poiriers fortement attaqués par *Epidiaspis pyricola*. Les différentes bouillies expérimentées ont une efficacité comparable à celle de l'émulsion d'huile d'anthracène. Les résultats obtenus contre les Cochenilles n'ont pas été aussi nets qu'en 1924 ; la raison doit en être cherchée dans l'époque du traitement : en 1924, la pulvérisation avait été faite très peu avant le départ de la végétation, alors qu'en 1925, celle-ci a eu lieu au moins trois semaines plus tôt. Des expériences seront faites au cours de l'hiver 1925-1926 pour préciser l'influence de l'époque du traitement sur son efficacité.

2° *Essais de traitement au sulfocyanure de cuivre.* — Le sulfocyanure de cuivre est fabriqué dans certaines usines à gaz à partir des matières d'épuration du gaz d'éclairage. Il est employé dans la fabrication des vernis pour coques sous-marines. Ses propriétés insecticides sont assez faibles. Nous avons réussi cependant à empoisonner au laboratoire des chenilles de *Cheimatobia brumata* en leur faisant ingérer des feuilles de Cerisier traitées avec bouillie à 500 grammes de sulfocyanure par hectolitre.

Contre le Mildiou de la Vigne, l'efficacité du sulfocyanure est très marquée ; les rangs de Vigne du champ d'expériences de la Station traitées avec bouillie à 500 grammes de sulfocyanure par hectolitre ont présenté le même aspect, au moment de la récolte, que les autres rangs traités à la bouillie bordelaise. Les expériences seront reprises en 1926 en associant l'arséniate de chaux au sulfocyanure.

3° *Traitements contre la Psyché des Montagnes* (*Psyche atra*). — Les expériences faites en 1925 ont montré que l'arséniate de chaux pouvait être substitué à l'arsenic blanc dans la préparation des appâts empoisonnés (formule mise

au point en 1924), à la dose de 6 kilogrammes par 100 kilogrammes de son mélassé du commerce.

4° *Traitements avec macération de pyrèthre.* — Nos expériences ont montré que l'emploi du hache-paille ordinaire et de la meule à grains, dans le traitement de la récolte sèche de pyrèthre (tige et fleurs) permettait d'obtenir une poudre grossière assez fine cependant pour être utilisée directement dans la préparation de la macération selon la formule mise au point au cours des années précédentes. Il est donc démontré que la récolte de pyrèthre peut être utilisée directement à la ferme.

5° *Traitements contre* Sophronia humerella *Schiff.* (*Tinéide parasite des Lavandes*). — Les chenilles de ce parasite causent des dégâts importants dans certaines plantations de Lavande du département de la Drôme. Les expériences de traitement faites à Valence avec bouillies arsenicales ou poudres arsenicales n'ont pas donné de bons résultats. Le recépage des vieux pieds paraît être le seul procédé recommandable. Il résulte en effet des observations que nous avons faites sur la biologie du parasite, que celui-ci n'a qu'une génération et qu'il hiverne à l'état de jeune chenille sous les écorces, comme la Pyrale de la Vigne. Le recépage des vieux pieds de Lavande, au cours de l'hiver, a donc pour effet de détruire les chenilles hivernantes.

Travaux de vulgarisation. — 1° *Traitements de printemps contre la Tavelure et le Carpocapse des Poiriers et Pommiers.* — Ces traitements ont été faits en utilisant les appareils à grand travail de la Station (deux pompes américaines et une pompe de fabrication française).

2° *Traitements contre les Campagnols et les Mulots.* — A la demande de la Direction des Services agricoles de l'Isère, la Station a prêté son concours pour l'organisation de la lutte contre les Campagnols et les Mulots dans certaines communes de l'Isère. Le rôle de la Station a consisté à préparer le virus (en partant de celui de l'Institut Pasteur) et à surveiller la préparation des appâts. Les moyens limités dont disposait la Station n'ont pas permis de généraliser le traitement dans toute la zone ravagée (plus de 15 000 hectares).

Étude de questions se rapportant à la méthode biologique de lutte contre les insectes nuisibles. — 1° *Étude des parasites et hyperparasites de* Pieris brassicæ. — De nouveaux résultats importants ont été obtenus dans l'étude des divers facteurs qui s'opposent à la multiplication de la Piéride du Chou ou la favorisent. Deux maladies de types pathologiques nouveaux ont fait l'objet d'études histo et cytopathologiques détaillées. Toutes deux sont causées par des ultramicrobes semblables à celui de la grasserie du Ver à soie. Elles jouent un rôle considérable, non soupçonné jusqu'ici, dans la destruction naturelle des Piérides. La découverte des ultramicrobes parasites de *Pieris brassicæ* et de divers Bombycides (dont le Bombyx du mûrier) est importante, non seulement au point de vue de l'utilisation possible dans la lutte contre les Insectes nuisibles, mais aussi au point de vue de l'étude générale des maladies à virus filtrant.

Nous avons fait connaître un nouveau Vibrion (*Vibrio pieris*), parasite des chenilles de *Pieris* ; ce Vibrion, le premier signalé comme parasite d'Insecte, est très répandu, mais ne joue qu'un rôle très secondaire. On le rencontre seulement dans la cavité générale des chenilles parasitées par les larves d'*Apanteles glomeratus* ; ce parasite joue un rôle actif dans la transmission du Vibrion de génération à génération.

Plusieurs Hyménoptères hyperparasites nouveaux ont été étudiés par M. FAURE ; la biologie de nombreuses espèces de Chalcidiens parasites d'*Apanteles glomeratus* a fait également l'objet de recherches approfondies. Enfin, de nouveaux faits concernant la nutrition des Hyménoptères entomophages ont été mis en évidence.

2° *Etude des parasites et hyperparasites de Cochylis et d'Eudémis.* — Cette étude, commencée cette année suivant le plan adopté pour l'étude des parasites de *Pieris brassicæ* a déjà permis d'isoler un certain nombre d'espèces et de tirer quelques conclusions sur leur répartition et sur leur rôle relatif dans la destruction naturelle des Vers de la Vigne.

Étude des maladies du ver a soie. — Des résultats intéressants en ce qui concerne l'étiologie et l'épidémiologie de la grasserie avaient été obtenus en 1924. Les recherches continuées cette année ont permis de démontrer l'hérédité de la grasserie. L'étude des maladies du tube intestinal (flacherie *sensu lato*) est poursuivie en collaboration avec le laboratoire d'histologie de la Faculté de Médecine de Lyon. Les premières observations bactériologiques et le prélèvement de nombreux échantillons en vue d'études histologiques et cytologiques ont été rendues possibles par l'utilisation d'une automobile-laboratoire pourvue du matériel indispensable pour les recherches de bactériologie. Ce laboratoire est utilisé d'autre part pour toutes les recherches concernant les maladies des Insectes en général.

Travaux divers. — Des études de systématique des Hyménoptères (Braconides, Chalcidiens principalement) sont entreprises par M. FAURE.

Une section apicole, destinée plus spécialement à étudier les maladies des Abeilles, est en voie d'organisation. Les recherches seront faites en collaboration avec un apiculteur de la région.

STATION DE ZOOLOGIE DES VERTÉBRÉS UTILES ET NUISIBLES

Rapport de M. A. Chappellier, *Directeur.*

Oiseaux. — L'enquête sur les Corbeaux de France a été close et son dépouillement terminé. Un « Résumé et conclusions » est à l'impression ; il sera envoyé à toutes les personnes ayant pris part à l'enquête. Une rédaction détaillée paraîtra en 1926 dans les *Annales des Epiphyties.*

La Station a commencé le baguage des Freux jeunes et adultes : 270 jeunes ont été marqués dans des corbeautières de plusieurs départements. Le baguage des adultes a commencé dans le Doubs ; il a été organisé à la suite d'un voyage aux emplacements de chasse aux filets de la région de l'Isle-sur-le-Doubs.

Mammifères. Plusieurs expériences ont été mises en train, dans le but de trouver un virus certain et actif contre le Rat Surmulot et le Rat noir, qui dans quelques localités, deviennent de véritables fléaux permanents contre lesquels on demande aide. Faute de matériel et d'organisation à la Station des Vertébrés, les essais ont été faits à l'Institut Pasteur (Laboratoire de M. Salimbeni). Les applications tentées par la Station n'ont donné que des résultats partiels et de nouvelles études suivies, que la Station n'est pas encore à même d'entreprendre, seraient nécessaires.

Campagnols : une première expérience, à Bourges, pour l'épandage rationnel des appâts au virus a donné un résultat qui encourage à poursuivre dans cette voie.

STATION CENTRALE DE PHYTOPATHOLOGIE ET STATION DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE DE BRIVE

Rapport de M. Foex, *Directeur, sur les travaux effectués en 1925.*

1° **Rouille des céréales**. — L'étude expérimentale de la sensibilité relative des variétés de Blé vis-à-vis des trois espèces de Rouilles (*Puccinia glumarum*, *P. triticina*, *P. graminis*) a été entreprise dans les Stations suivantes : Station centrale de Phytopathologie, Stations de Phytogénétique et de Phytopathologie de Grignon ; Stations Agronomiques de Metz, Colmar, Avignon, Stations d'Avertissements agricoles de Dijon, Montpellier, Bordeaux. Une méthode d'appréciation de la gravité des attaques et de la marche des invasions a été imaginée par Ducomet ; elle est exposée dans un mémoire publié dans les *Annales des Epiphyties* (1).

(1) Ducomet et Foex, Introduction à une étude agronomique des Rouilles des Céréales (*Annales des Epiphyties*, t. XII, fasc. V, 311-411 10 pl., 1026).

Les résultats fournis en 1925 par cette étude seront ultérieurement publiés.

2° **Piétin du Blé**. — *a*. Une enquête organisée par le Service Phytopathologique a fourni des documents qui ont été dépouillés par GUYOT.

b. Des observations ont été effectuées par Mlle GAUDINEAU et GUYOT dans la région parisienne et en Picardie (champ d'expériences de Bussy).

Le rapport phytopathologique relate les principaux résultats de l'enquête (Voir p. 441-442).

Les observations de Mlle GAUDINEAU et de GUYOT sur l'évolution de la maladie, les modes d'infection de la céréale et les méthodes de traitement peuvent être résumés ainsi :

L'implantation de la maladie chez la céréale est probablement très précoce (premiers symptômes 8 février, soit quatre mois après l'emblavure). Les infections tardives ne sont néanmoins pas impossibles. L'infection aérienne du *Leptosphæria herpotrichoides* s'effectue à travers la gaine. Le temps qui s'écoule entre le moment où cette dernière est attaquée par le parasite et celui où il pénètre dans la tige peut correspondre à plusieurs semaines. C'est le moment favorable pour le traitement à l'acide sulfurique, qui se montre alors efficace contre le Piétin. Mlle GAUDINEAU et GUYOT (1) classent les Blés suivant la manière dont ils se comportent vis-à-vis du Piétin (1).

3° **Carie du Blé**. — GUYOT a étudié la Carie du Blé (*Tilletia Caries*) et le Charbon de l'Avoine (*Ustilago Avenæ*).

A la suite d'essais d'infection de ces deux céréales par l'un et l'autre de ces parasites, il a pu classer les variétés suivant le pourcentage de contamination réalisé.

GUYOT a appliqué divers traitements cupriques ou non, liquides ou solides, sur des semences qui ont été contaminées avant ou après l'opération. Les résultats obtenus seront ultérieurement publiés.

Flétrissement de la Pomme de terre. — ET. FOËX étudie ces flétrissements, qui sont généralement associés avec l'existence du *Colletotrichum atramentarium* (B. et Br.) Tann. (*Vermicularia varians* Ducomet). Aucun des nombreux essais d'inoculation entrepris par ET. FOËX, à l'aide de ce Champignon n'a abouti à autre chose qu'à des attaques bénignes des végétaux, qui dans aucun cas n'ont subi de flétrissement (v. rapport phyto-pathologique p. 446).

4° **Galle verruqueuse de la Pomme de terre** (*Synchytrium endobioticum*). — ET. FOËX a contribué à explorer un foyer de galle verruqueuse qui est découvert dans la vallée de la Bruche en Alsace, et s'applique à aider le Service Phytopathologique à engager la lutte contre la maladie (v. p. 446).

Maladie du Tabac blanc. —Connue depuis fort longtemps dans le Lot, cette affection sévit avec beaucoup plus d'intensité certaines années que

(1) Mlle GAUDINEAU et L. GUYOT, De l'influence de quelques facteurs sur l'évolution de la maladie du Piétin (*Revue de Path. vég. et d'Entom. agric. de France*, XII, fasc. 4, 1925).

d'autres. En 1924, le mal était fort répandu ; il l'est moins en 1925. Néanmoins, les pieds atteints de Blanc ne sont pas rares.

Dufrénoy constate que, soumises à l'obscurité, les feuilles du Tabac blanc, préalablement détachées de la tige, restent gorgées d'amidon, tandis que dans celles du Tabac normal, traitées de la même manière, l'hydrate de carbone émigre. Les moisissures se développent dans le premier cas et non dans le second. Les pieds de Tabac transplantés dans des pots et ainsi maintenus à l'obscurité perdent progressivement, au cours de plusieurs semaines, leur amidon, acquièrent l'aspect de feuilles saines et finissent par sécher convenablement.

L'absence de tout microorganisme visible dans les tissus du Tabac blanc, le fait que les pieds atteints de la maladie sont généralement irrégulièrement disséminés dans un champ, un quartier ou une région, sont des caractères qui permettent, sinon d'exclure d'une manière catégorique l'hypothèse parasitaire, du moins de supposer que cette dernière est peu vraisemblable. Il s'agit, semble-t-il, plutôt d'une affection physiologique. Mais quelle est la cause efficiente de cette dernière? Doit-on invoquer l'influence des conditions de milieu, ou bien celle des traumatismes, ou bien encore l'origine du plant, ou enfin, soit la nature de la semence, soit celle de la variété? Toutes ces hypothèses ont été successivement envisagées par Stoquer, contrôleur principal des Tabacs, Dufrénoy et Foëx ; aucune n'a pu être retenue.

Arbres fruitiers. — 1° *Essais de traitement de la Tavelure du Poirier et du Pommier dans la région de Paris.* — G. Arnaud s'est en particulier proposé d'étudier l'influence des traitements tardifs et l'action des diverses formules de bouillies cupriques. Les traitements tardifs paraissent avoir un certain intérêt, car la Tavelure ne se développe parfois qu'après le 15 juin et l'on pouvait se demander si les horticulteurs qui avaient négligé de traiter en hiver avaient intérêt à traiter en mai ou plus tard.

Des essais effectués, il semble qu'on puisse tirer les conclusions suivantes : 1° *Au point de vue des époques de traitement.* — Les traitements effectués le 24 mars et le 11 mai (avant le début de développement de la maladie qui a eu lieu vers le 15 juin) ont à peu près la même efficacité ; les traitements appliqués après le 15 juin (24 juin) ne se sont pas montrés efficaces. Ces résultats d'une seule année ne sauraient être utilisés pour régler la pratique courante, mais ils permettent de penser que lorsqu'on a négligé de faire des traitements plus hâtifs, *il est utile de traiter tant que la maladie n'est pas apparue.* — 2° *Au point de vue de la nature des bouillies.* — La bouillie bordelaise avec ou sans caséine a donné les meilleurs résultats ; la bouillie à l'acétylène et la bouillie à l'essence de térébenthine se sont montrées inférieures à la bouillie Bordelaise. — 3° *Au point de vue de l'action directe sur les arbres*, on peut dire qu'aucun des produits employés n'a provoqué de brûlure.

Nous verrons le résultat de ces essais à l'occasion de ses études sur le Mildiou de la Vigne.

D'autre part, G. ARNAUD a étudié l'action des diverses bouillies cupriques sur les arbres fruitiers.

Ces essais ont été faits au début du printemps (4 et 6 avril) dans le jardin de la Station de Pathologie végétale, à l'époque où les arbres portaient surtout des jeunes feuilles ; les plantes (Pommiers et Poiriers) ne présentaient pas de maladie ; il s'agissait de constater seulement l'action des bouillies sur l'arbre.

Les anticryptogamiques essayés sont les suivants :

1° Verdet gris (A. employé seul à 1 p. 100 et 1,5 p. 100 ; B. Verdet gris à la caséine ; C. verdet gris à la caséine forte). 2° Bouillie bordelaise à la caséine.

Les bouillies au verdet ont déterminé des dégâts beaucoup plus graves que ceux occasionnés par la bouillie bordelaise qui ne brûle que faiblement. Dans ces conditions, G. ARNAUD conclut que la substitution du verdet à la bouillie bordelaise pour le traitement des arbres fruitiers ne doit pas être envisagée.

Maladies de l'Abricotier dans la vallée du Rhône. — Des dépérissements de l'Abricotier de types variés, mais où domine le symptôme Apoplexie, ont gravement sévi dans la vallée du Rhône au cours de l'année 1925. Pour des raisons, surtout d'ordre matériel, aucune étude précise des dépérissements n'a pu être réalisée en cours d'année.

Une forte attaque de *Monilia* (*Stromatinia cinerea*), qui a gravement nui à la végétation de l'Abricotier, a permis à GUYOT de se rendre compte des effets des traitements qu'il avait appliqués. Alors qu'aucun jugement ne put être obtenu sur l'action des bouillies sulfocalciques (par suite du choix défectueux des arbres et du nombre trop peu élevé de ceux qui ont été traités) l'efficacité du traitement cuprique (bouillie bordelaise à 2 p. 100 de sulfate de cuivre et 3 p. 100 de chaux) apparaît très nette ; presque point de *Monilia* sur les arbres traités, branches nombreuses tuées par le parasite chez les témoins. L'époque la plus favorable pour le traitement a été tout à fait au début de la floraison (10 mars).

Maladies du Pêcher dans la vallée du Rhône. — Les recherches de 1924 avaient montré l'efficacité, du moins temporaire, qu'ont contre la chlorose du Pêcher, des pulvérisations d'hiver à l'aide d'une solution de fer à 15 p. 100 ou de concentration supérieure. L'action du traitement au sulfate de fer appliquée en 1924 ne s'est point prolongée cette année sur les arbres en observation. Des essais de 1925, on ne peut tirer que les conclusions suivantes : 1° les solutions contenant 10 p. 100 de sulfate de fer ou des doses moindres sont inefficaces ; 2° il est impossible de lutter préventivement contre la Chlorose par adjonction à la bouillie bordelaise utilisée en traitement d'hiver de petites quantités de sulfate de fer.

L'efficacité absolue contre la Cloque (*Exoascus deformans*) des traitements cupriques appliqués en novembre a été une fois de plus démontrée. Par contre, les solutions de sulfate de fer, jusqu'à 10 p. 100, appliquées à la fin de l'hiver se sont révélées tout à fait inefficaces.

Maladies du Pêcher dans le Limousin. — Les essais de DUFRÉNOY ont confirmé pour la région limousine la possibilité de préserver les Pêchers contre le *Clasterosporium carpophilium* et l'*Exoascus deformans* par des traitements effectués avec la bouillie bordelaise, ou les bouillies sulfocalciques, en novembre-décembre ou à défaut avant l'ouverture des bourgeons.

Les traitements d'hiver ne préservent pas complètement les rameaux ou les fruits contre les attaques estivales des *Monilia.*

Dans les vergers des environs de Brive (Estavel, Cosnac), les pucerons verts exercent des ravages capables de tuer en quelques semaines les Pêchers infectés dès le printemps, et d'anéantir la récolte tout entière.

Maladies du Fraisier. — G. ARNAUD a étudié une maladie du Fraisier, laquelle détermine des dégâts appréciables dans certaines localités de Seine-et-Oise. Les plantes sont rabougries, ne présentent que de petites feuilles, ont une fructification réduite, les feuilles extérieures (les plus anciennes) sont généralement sèches. G. ARNAUD n'a encore pu préciser les rapports qui peuvent exister entre le *Sphærella Fragariæ* et ce à quoi il donne le nom de maladie des « petites feuilles ». Les diverses variétés de Fraisiers sont inégalement affectées par cette maladie.

Maladies du Dahlia. — M. et Mme G. ARNAUD ont trouvé sur les Dahlias cultivés aux environs de Paris un *Entyloma* (*Entyloma Calendulæ*).

Maladies du Châtaignier. — 1° *Maladie de l'Encre.* — L'étude de l'agent pathogène de la maladie de l'Encre (*Blepharospora cambivora*) a été poursuivie par DUFRÉNOY par l'isolement des différentes races, en culture pure, dans les châtaigneraies des régions méditerranéennes ou du centre de la France, par l'inoculation de cultures pures à des Châtaigniers indigènes ou exotiques, enfin par la culture comparative en sol infecté, de lots de Châtaigniers appartenant aux espèces indigènes (sensibles) et exotiques (résistantes). De nombreux documents ont été rapportés de missions effectuées en Corse avec l'inspecteur général ALBERT LAURENT, puis en Italie, auprès du professeur PETRI (v. p. 462-464).

II. *Etude des Châtaigniers exotiques.* — L'étude botanique, écologique et phytopathologique des Châtaigniers exotiques a pu être continuée en France par J. DUFRÉNOY ;

1° Dans les collections créées sur les terrains de la région de Brive, acquis par l'Institut des Recherches agronomiques ou mis à sa disposition. Ces collections groupent plus de 10 000 plants provenant pour la presque totalité des importations effectuées par les soins du commandant MANGIN.

2° Dans les plantations plus anciennes, créées par les particuliers.

DUFRÉNOY a pu, avec le professeur PETRI et les inspecteurs du Service forestier, visiter les plantations des Châtaigniers japonais de Sare, Macaye et Souraïde, puis avec KAIKENGER, visiter les plantations du Lindois (Charentes).

Maladies des Agrumes en Corse. — La maladie, attribuée en 1898 au

Fusarium Limonii, est due au parasitisme d'une Phytophtorée qu'aucun caractère ne distingue du *Pythiacystis citrophtora*. L'application des engrais phosphatés et l'excision des régions nécrosées suffiraient à sauver les arbres atteints. Ces mesures sont préconisées par J. DUFRENOY, à qui est due cette étude (V. p. 466).

Maladies de la Vigne. — G. ARNAUD a continué ses recherches sur le traitement du Mildiou de la Vigne (*Plasmopara viticola*) (V. p. 461).

G. ARNAUD résume comme suit les résultats que lui ont fourni les traitements qu'il a essayés.

1° *Nature des bouillies*. — *La bouillie bordelaise a donné les meilleurs résultats*. La bouillie au cuivre a été assez efficace. Pour la bouillie au bioxyde de cuivre, les résultats sont contradictoires.

La bouillie chaux-caséine (qui pour ces deux substances étaient identiques aux bouillies 2 et 3, moins le cuivre) n'a donné aucun résultat appréciable.

2° *Epoque et nombre de traitements*. — Il y a lieu de souligner que *deux traitements soignés à la bouillie bordelaise ont suffi à protéger la Vigne* d'une façon pratiquement parfaite de juin à la mi-octobre ; les feuilles et les raisins traités étaient à peu près indemnes de Mildiou, malgré les conditions très favorables (pluies fréquentes) à la maladie qui ont régné en août et septembre. Des traitements *abondants* peuvent donc être efficaces pendant une longue période (au moins un mois et demi).

3° *Action directe sur la Vigne*. — Aucun des produits employés n'a altéré la plante.

Etudes des maladies déterminées par les Erysiphacées. — Des travaux sur cette question sont publiés par ET. FOEX, dans le *Bulletin de la Société Mycologique de France*.

Champignons entomophytes. — L'étude entreprise par G. ARNAUD a porté cette année sur quelques points de la biologie et, en particulier, sur la conservation de la virulence de ces champignons après des cultures sur milieux artificiels.

Pour *Beauveria bassiana* au moins la virulence paraît se conserver très longtemps pour des cultures faites dans de bonnes conditions.

Les travailleurs qui ont fréquenté le laboratoire de la station pendant l'année 1925 sont : MM. G. CACARIS ingénieur agricole de nationalité grecque ; C. R. HURSH, pathologiste du bureau of plant industry des États-Unis ; S. KARBUSH, docteur ès Sciences, de nationalité égyptienne ; G. MENERET, Ingénieur agricole, préparateur à la station agronomique de Metz ; P. SELARIES, Ingénieur agricole, préparateur à la station agronomique de Colmar ; SOFONEA, ingénieur agricole de nationalité roumaine ; J. SZYMANEK, de nationalité polonaise ; S. TCHETCHOUK, ingénieur agricole, de nationalité Yougoslave ; Mlle PANCA EFTIMIOU, de nationalité romaine.

STATION DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE DE GRIGNON

Rapport de M. Ducomet, *Directeur.*

1° **Rouilles des céréales**. — En dehors d'observations sur le développement des Rouilles des céréales en champ d'expérience, des recherches ont été effectuées par Ducomet et Schad sur la biologie des Rouilles des diverses céréales et plus spécialement de celles du Blé.

Ces auteurs ont démontré : 1° que la Rouille brune du Blé (*Puccinia triticina*) forme bien ses écidies sur *Thalictrum*, ainsi que Jackson l'avait déjà révélé ; 2° que les grains de Blé retiennent à leur surface des urédospores de *P. glumarum* dont la vitalité persiste durant deux cent vingt jours au moins ; 3° que les urédospores de *P. glumarum* ne perdent pas toute leur vitalité par dessiccation et conservation des feuilles en herbier durant le mois. Ducomet et Schad ont en outre montré que les diverses Rouilles des céréales, les trois Rouilles du Blé en particulier, paraissent avoir des exigences très différentes au point de vue chaleur, eau, état de la plante support.

De ses études de l'année, Ducomet conclut que les variétés de céréales se comportent différemment vis-à-vis des Rouilles ; il n'y a pas de parallélisme continu quant à leur sensibilité relative vis-à-vis d'une même espèce. En plus des différences de sensibilité d'ordre général, il y a des variantes dans les époques de réceptivité, qui peuvent conduire à des erreurs graves, si les observations ne sont pas répétées pendant toute la durée du cycle évolutif dans des conditions de facile contamination.

2° **Maladies de dégénérescence de la Pomme de terre**. — Ducomet a poursuivi ses recherches sur les maladies de dégénérescence de la Pomme de terre. Pour la première fois, en 1925, Ducomet a pu disposer d'un matériel convenable pour l'élevage à partir de la graine de plantes maintenues à l'abri de la contamination par les insectes. En attendant que les résultats de 1926 viennent confirmer ou infirmer ceux qui découlent de la première année de culture, on peut dire qu'il semble bien que, conformément à une hypothèse, déjà précédemment émise, la prédisposition, mais non le germe du mal lui-même, serait transmis par la semence. Le plant de semis paraît à Ducomet plus facile à contaminer que le plan tissu de la multiplication végétative. D'après Ducomet, dans les plantes issues de semis, les effets se perçoivent très rapidement, alors qu'avec la multiplication végétative, ils ne se manifestent couramment que dans la descendance agame.

Ducomet a fait des essais : 1° de contamination dans le sol ; 2° d'époque de contamination ; 3° d'influence du sol et de l'aliment, dont les résultats ne se traduiront qu'en 1926.

Au point de vue de l'influence de l'ombre et de l'insolation, les résultats

de 1925 confirment ceux de 1924 pour ce qui concerne la visibilité des symptômes.

Venant confirmer ceux de 1924, les essais de 1925 ont montré que l'époque de la récolte du plant a une réelle influence sur la gravité des maladies de la dégénérescence. L'arrachage effectué en moyenne un mois avant l'époque de maturité normale diminue à la fois le pourcentage et la gravité de la maladie.

Des dosages de fécule ont été effectués par Barjaud de la Station de Physique et de Chimie biologiques de Grignon sur les produits de 19 variétés récoltées à des époques différentes Il n'a pas été saisi de relations entre richesse du tubercule mère et vigueur ou degré de dégénérescence des descendants.

3° **Mildiou de la Pomme de terre** (*Phytophtora infestans*).— La très forte invasion du *Phytophtora infestans* a permis à Ducomet de faire fonctionner l'organisation que, sur sa demande, l'Institut des Recherches agronomiques et le Service Phytopathologique ont créée. Grâce aux observations effectuées par ses correspondants aussi bien que par lui-même, Ducomet a pu suivre la marche de l'invasion et prévoir l'apparition de cette dernière dans certaines localités. Il a ainsi pu effectuer à Grignon des traitements qui, réalisés en temps voulu, ont assuré une protection pleine d'efficacité. Un fait important réside dans l'apparition dès le mois de juillet du *Phytophtora infestans* dans diverses localités du Centre de la France. Il y aurait lieu, non seulement de développer le système proposé pour la région comprise entre la côte bretonne et la région parisienne, mais encore de l'étendre à d'autres parties de la France.

4° **Rhizoctone de la Pomme de terre**.—On sait que le Rhizoctone de la Pomme de terre (f. *Rhizoctonia Solani* de l'*Hypochnus solani*) est propagé par les tubercules de semences qui le portent, mais est aussi souvent présent dans le sol. Dans ces conditions, on pouvait se demander si la désinfection des tubercules par l'aldéhyde formique pouvait être considérée comme une opération utile. Ducomet a montré que ce traitement est réellement avantageux. En effet, s'il n'assure qu'une protection relative et temporaire, il retarde cependant l'attaque de telle façon qu'elle n'est plus que tardive et légère : au lieu d'être précoce et fort préjudiciable ou même fatale à la plante.

5° **Phytophtora infestans de la Tomate**. — A Grignon, en 1925, le *Phytophtora infestans* est uniquement localisé sur le fruit de la Tomate, alors qu'en 1924 les feuilles elles-mêmes étaient attaquées. D'autre part, on voit souvent des Pommes de terre gravement envahies par le *Phytophtora infestans*, alors que les Tomates situées au voisinage restent indemnes. Cependant des inoculations ont permis à Ducomet et à ses collaborateurs Schad et Roux-Duffort d'apporter la preuve de la facilité d'attaque du feuillage de la Pomme de terre par le *Phytophtora infestans*, prélevé sur le fruit de la Tomate et *vice-versa*. Alors que la feuille de Tomate n'était pas atteinte par le *Phytophtora infestans*, recueilli soit sur le fruit de cette plante, soit sur celui de la Pomme de terre, celle de la Pomme de terre était atteinte au même degré

par le *Phytophtora infestans* des deux origines. Par suite il ne saurait être question de formes biologiques. Il se passe chez la Tomate ce qu'on observe chez la Pomme de terre ; la localisation des attaques sur un organe déterminé dépend simplement de la réceptivité de ce dernier. Au point de vue pratique, il paraît résulter des observations de 1924-1925 que, lors des traitements estivaux de la Tomate, il faudra viser le fruit sans se préoccuper du feuillage.

6° **Ascochyta hortorum parasite de la Tomate.** — DUCOMET a prouvé expérimentalement que les tuteurs qui ont été utilisés dans les cultures parasitées, jouent un rôle important dans la propagation de la maladie. DUCOMET recommande le remplacement et la désinfection des tuteurs comme une méthode de lutte simple et économique.

7° **Rhizoctone violet** (*Rhizoctonia violacea*). — Il résulte d'observations faites par DUCOMET dans le Lot-et-Garonne que le polyphytisme de cette espèce est bien plus grand qu'on ne l'admet communément. Le parasite a été récolté sur 21 espèces de plantes sauvages dont des Graminées dans les champs et prairies artificielles. DUCOMET estime qu'il n'y a pas lieu de retenir l'idée de formes ou espèces biologiques admises par ERIKSSON. La forme *Hypochnus* a été vue en abondance par DUCOMET sur le sol des Luzernières gravement atteintes, plus spécialement au voisinage des pieds de Plantain. Le polyphytisme du parasite permet de supposer qu'il peut se maintenir, non seulement dans le sol à l'état de sclérotes mais encore à l'état actif sur des plantes hôtes.

8° **Mildiou du Houblon** (*Pseudoperonospora Humuli*). — Ce parasite du Houblon a été découvert à Grignon en mai dernier.

DUCOMET étudie les caractères de la maladie et la biologie du parasite. Il montre que ce dernier diffère du *Peronospora Urticæ*. M. DUCOMET prépare une méthode de traitement.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

B

C

D

E

F

G

H

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

TABLE DES MATIÈRES

IMP. CRÉTÉ. Paris. Corbeil.

